



**Уральский  
федеральный  
университет**

имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина

**Институт Строительства  
и Архитектуры**

**А. Г. БУРЦЕВ**

# ОСНОВЫ QGIS ДЛЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЕЙ

Практикум







Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

**А. Г. Бурцев**

# **ОСНОВЫ QGIS ДЛЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЕЙ**

Практикум

Рекомендовано методическим советом  
Уральского федерального университета  
для студентов вуза, обучающихся  
по направлению подготовки  
08.04.01 — Строительство

Екатеринбург  
Издательство Уральского университета  
2021

УДК 004.42:711.4(076.5)  
ББК 32.972я73+85.118я73  
Б91

Рецензенты:

кафедра градостроительства и ландшафтной архитектуры Уральского государственного архитектурно-художественного университета (профессор, заведующий кафедрой, кандидат архитектуры *С. И. Санок*);  
член Союза архитекторов России, доцент *Е. А. Ширинян* (Московский архитектурный институт (государственная академия))

Научный редактор — кандидат архитектуры *А. В. Хриченков*

**Бурцев, Александр Геннадьевич.**

Б91 Основы QGIS для градостроителей : практикум / А. Г. Бурцев; М-во науки и высшего образования РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2021. — 185, [1] с.

ISBN 978-5-7996-3391-2

Материалы практикума содержат необходимый минимум теоретической информации, пошаговое описание практических занятий в программе QGIS, тестовые вопросы и задания для самостоятельного проекта.

Библиогр.: 21 назв. Рис. 223.

УДК 004.42:711.4(076.5)  
ББК 32.972я73+85.118я73

ISBN 978-5-7996-3391-2

© Уральский федеральный  
университет, 2021

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>Словарь терминов .....</b>	<b>5</b>
<b>РАЗДЕЛ А. Введение в ГИС-моделирование .....</b>	<b>9</b>
1. Цифровой след городов .....	9
2. Умный город .....	16
3. Подходы к хранению градостроительных данных в России .....	22
4. Геомаркетинг .....	26
5. История развития геоинформационных систем .....	29
6. Функции, алгоритмы и типы ГИС .....	30
7. Универсальные десктопные ГИС .....	35
8. Типы и форматы данных .....	38
9. Системы координат и проекции .....	43
10. Источники данных для ГИС-проекта .....	48
11. Высшее образование в сфере ГИС и геоинформатики .....	58
<b>Тесты .....</b>	<b>60</b>
<b>РАЗДЕЛ Б. Практические работы по QGIS .....</b>	<b>64</b>
Практическая работа № 1. Редактирование векторных слоев и создание растровых карт .....	64
Практическая работа № 2. Проверка топологии и корректировка векторных слоев .....	90
Практическая работа № 3. Типы векторных знаков .....	106
Практическая работа № 4. Работа с OpenStreetMap и файлами CSV .....	128
Практическая работа № 5. Технология полевой работы с геоданными .....	141

Практическая работа № 6. Привязка и векторизация растровой карты .....	149
Практическая работа № 7. Анализ плотности населения и пешеходной доступности .....	163
Итоговое практическое задание. Аналитический проект с использованием ГИС.....	179
<b>Ответы на тестовые вопросы .....</b>	<b>183</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>184</b>



## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

---

**Анализ тональности текста** (*англ.* Sentiment analysis) — задача компьютерной лингвистики, заключающаяся в определении эмоциональной окраски (тональности) текста и, в частности, в выявлении эмоциональной оценки авторов по отношению к объектам, описываемым в тексте.

**Геоинформатика** — наука, изучающая все аспекты сбора, обработки и представления информации о свойствах объектов, процессов и явлений, происходящих на Земле. Предметом изучения геоинформатики является в общем случае Земля; он обусловлен смежными с ГИС науками о Земле, а в частности, географическими информационными системами (ГИС).

**Извлечение именованных сущностей** (*англ.* Named-entity recognition, NER), также известная как идентификация сущностей и извлечение сущностей, — это подзадача процесса извлечения информации, которая направлена на поиск и классификацию именованных сущностей, упомянутых в неструктурированном тексте, по заранее определенным категориям, таким как человек, имя, организация, местоположение, дата, количество, денежная единица и т. д.

**Изолиния** (*др.-греч.* ἰσος — равный), или линия уровня функции, — условное обозначение на карте, чертеже, схеме или графике, представляющее собой линию, в каждой точке которой измеряемая величина сохраняет одинаковое значение.

**Изохрона** — линия, соединяющая точки одновременности какого-либо явления, события, времени пути, например.

**Интерполяция (экстраполяция)** — операции вероятностного поиска неизвестных величин, текстовых смыслов, данных, значений и т. д. В первом случае нахождение неизвестной величины происходит по ряду известных соседних величин (в ряду статистических данных,

изменяющихся значений). Во втором случае нахождение неизвестной величины происходит вне ряда изменяющихся известных величин на основе выявления закономерности их изменения.

**Категоризация** — отнесение элементов множества к типам по одному или ряду параметров.

**Краудсорсинг** (*англ.* crowdsourcing, от crowd — толпа и sourcing — использование ресурсов) — привлечение к решению тех или иных задач широкого круга лиц для использования их творческих способностей, знаний и опыта по типу субподрядной работы на добровольных началах с применением информационных технологий.

**Открытые данные** (*англ.* open data) — концепция, отражающая идею свободного доступа к машиночитаемым данным, дальнейшей их републикации без ограничений авторского права, патентов и других механизмов контроля.

**Парсер** (*англ.* to parse — анализировать, разбирать) — это программа, сервис или скрипт, который собирает данные с веб-ресурсов, анализирует их и выдает в нужном формате. В узком смысле парсер — это часть программы, преобразующей входные данные (как правило, текст) в некий структурированный формат, нужный для задач последующего их (данных) анализа и использования.

**Радарная интерферометрия** — это технология извлечения высот рельефа по фазовой информации двух съемок. Интерферометрическую обработку проводят на основе использования радарных данных дистанционного зондирования Земли.

**GPS-трек** — это текстовый файл, содержащий записанную через равные промежутки времени информацию о координатах объекта. Такой файл создается при помощи встроенной функции навигационной программы или специального GPS-трекера, программного или аппаратного. Впоследствии по записанным координатам можно рассчитать скорость движения, пройденное расстояние и получить другую информацию о маршруте.

**Тег** — идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры. Геотег — географические метаданные, присоединенные к текстовым сообщениям, фотографиям иным ресурсам, как-либо характеризующие эти ресурсы (точка съемки, месторасположение и т. п.). Эта информация состоит, как правило, из координат широты и долготы, хотя она может включать также высоту, расстояние и направление до населенных пунктов.

**ФИДО** — международная любительская некоммерческая компьютерная сеть, построенная по технологии передачи данных «из точки в точку». Изначально программное обеспечение FidoNet разрабатывалось под MS-DOS, однако в скором времени было портировано под все распространенные операционные системы. Была популярна в начале 1990-х гг., после чего, в связи с массовым распространением Интернет-технологий, началось сокращение числа узлов сети.

**Чекин** (*англ.* to check in — отметить по прибытии) — это сообщение, отправляемое человеком в социальную сеть о том, что он находится в определенной локации, географической точке земного шара.

**Ядерная оценка плотности** (*англ.* Kernel Density Estimation) — это непараметрический способ оценки плотности случайной величины. Ядерная оценка плотности является задачей сглаживания данных, когда делается заключение о совокупности на основе конечных выборок данных.

**API** (*англ.* application programming interface — программный интерфейс приложения, интерфейс прикладного программирования) — это удобный инструмент, представляющий собой набор классов, функций, процедур, стандартов, которые позволяют приложениям эффективно взаимодействовать между собой.

**CSV** (*англ.* Comma separated values — разделенные запятыми данные) — текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных. Строка таблицы соответствует строке текста, которая содержит одно или несколько полей, разделенных запятыми или иными знаками (точка с запятой, пробел и т. п.).

**GML** (*англ.* Game Maker Language) — это интерпретируемый язык программирования, разработанный для использования вместе с программой для разработки компьютерных игр, называемой Game Maker.

**GRASS** (*англ.* Geographic Resources Analysis Support System — система поддержки анализа географических ресурсов) — система для обработки пространственной информации. Программное обеспечение с открытым исходным кодом для построения геоинформационных систем. Поддерживает большое количество форматов данных. Выпущены версии, работающие в среде разных операционных систем. GRASS интегрирована в QGIS в качестве расширения.

**SAGA** (*англ.* System for Automated Geoscientific Analyses — система автоматизированного геофизического анализа) — это бесплатная компьютерная программа географической информационной систе-

мы с открытым исходным кодом, используемая для редактирования пространственных данных. Первоначально была разработана на факультете физической географии Геттингенского университета в Германии. В настоящее время поддерживается и развивается международным сообществом разработчиков.

**JavaScript** — это интерпретируемый, или JIT-компилируемый, объектно ориентированный язык программирования с функциями первого класса. Наиболее широкое применение находит как язык сценариев веб-страниц.

**OGC** (*англ.* Open Geospatial Consortium — Открытый геопространственный консорциум) — международная некоммерческая организация, ведущая деятельность по разработке стандартов в сфере геопространственных данных и сервисов. Координирует деятельность правительственных, коммерческих, некоммерческих и научно-исследовательских организаций в целях разработки и внедрения консенсусных решений в области открытых стандартов для геопространственных данных, обработки данных геоинформационных систем и совместного использования данных.

**POI** (*англ.* places of interest) — достопримечательность или другой значимый объект, отмеченный точкой на карте.

**SHP** (*англ.* Shapefile) — векторный формат географических файлов. Разрабатывается и поддерживается компанией Esri в целях обеспечения совместимости между продуктами Esri и другими программами.

**SQL** (*англ.* Structured Query Language) — язык программирования структурированных запросов, который используется в качестве эффективного способа сохранения данных, поиска их частей, обновления, извлечения из базы и удаления.

**WMS/WFS/WCS** — протоколы для обслуживания через Интернет географически привязанных изображений и векторных слоев, генерируемых картографическим сервером на основе баз данных. Стандарты были разработаны Открытым геопространственным консорциумом.

**XML** (*англ.* extensible markup language — расширяемый язык разметки) — язык разметки, который напоминает HTML, но предназначен для передачи данных, а не для их отображения.



# РАЗДЕЛ А.

## ВВЕДЕНИЕ В ГИС-МОДЕЛИРОВАНИЕ

---

### 1. Цифровой след городов

---

**И**сторически человеческую культуру было принято рассматривать состоящей из трех слоев, или «пространств»: физического, социального и смыслового (определение Дж. С. Хаксли). С кон. XX в. все большее значение принимает то, что происходит в новом типе культурного пространства — виртуальном или информационном. Особенностью его является возможность сочетать в себе свойства первых трех.

Виртуальное пространство строится на основе вполне физических ограничений и закономерностей (пропускная способность канала при передаче информации, скорость вычислений, структура файлов, типы данных и т. п.). Здесь действует такая же, как в обычном мире, логика социальных взаимодействий, в явном виде присутствуют социальные группы и страты, конфликты, институты, формируются нарративы, мифы, кипят эмоции. Центрами этого нового культурного феномена, как и тысячелетия назад, являются города.

Каждый город имеет свой цифровой отпечаток, след. Иногда он в явном виде представлен в сети Интернет, другой раз скрыт от большинства граждан в частных архивах и на серверах государственных и корпоративных сетей. Публичность цифрового следа имеет невообразимые до того масштабы, хотя людям, родившимся в реальности XXI в. может быть непросто осознать грандиозность перемен. Онлайн-карты, интернет-магазины, афиши, новостные и тематические сайты, социальные сети хранят доступный для восприятия след объектов, удаленных от нас на тысячи километров.

Если раньше за любой информацией надо было идти в библиотеку, то сейчас любой компьютер, подключенный к сети, предложит вам массу сведений о любом городе планеты. Чем больше город, тем качественнее и разнообразней его отпечаток, тем глубже в историю можно заглянуть. Например, для Казани мы можем с точностью до сотен метров установить, где происходили исторические события XVI в., или составить многостраничный перечень выступлений национальных творческих коллективов на ближайшие месяцы. А для поселка городского типа Ванино в Хабаровском крае будешь рад, если получится собрать 100 точек POI (places of interest) и обнаружить генеральный план населенного пункта в формате, отличном от Microsoft Word.

Большое значение для формирования цифрового следа городов имело развитие технологий web 2.0. Широкополосный доступ в сеть породил интернет вещей — «глобальную сеть компьютеров, датчиков и исполнительных устройств, связывающихся между собой с использованием интернет-протокола IP (Internet Protocol)...» [10]. Смартфон, фитнес-браслет или датчик погоды автоматически передают данные, делая своего хозяина сопричастным к формированию невероятного массива данных, иногда против воли последнего. Известен случай, когда приложения для фитнеса рассекретили расположение военных баз в Сирии и Афганистане<sup>1</sup> (рис. 1).

В ситуации, для которой эти устройства и софт были изначально предназначены, они позволяют всем заинтересованным наблюдать, какие места пользуются большим спросом для спортивного бега, езды на велосипеде и яхтинга.

На заре распространения персональных компьютеров, еще до наступления эпохи web 1.0, привилегия оцифровывать человеческий мир была почти исключительно в руках профессионалов, создававших и обслуживавших сервера и сайты. Было, впрочем, и исключение — сеть ФИДО, появившаяся в начале 1990-х гг., и аналогичные проекты<sup>2</sup>. Сегодня любой школьник со смартфоном может вести блог, иметь значительную аудиторию и создавать гигабайты публично доступных данных.

---

<sup>1</sup> Карта данных с фитнес-приложений раскрыла секретные базы США. URL: <https://www.bbc.com/russian/news-42854820> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>2</sup> Это вам не интернет: фидошники сегодня. URL: <http://w-o-s.ru/article/20687> (дата обращения: 10.02.2021).

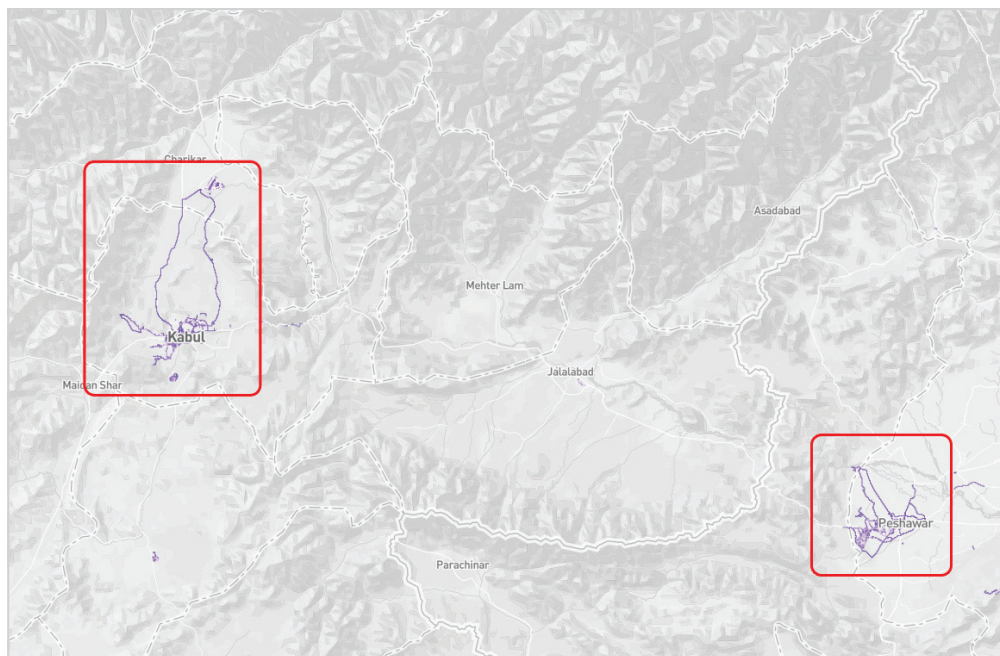


Рис. 1. Треки использования фитнес-браслетов в центральных провинциях Афганистана (тепловая карта сервиса Strava) (URL: <https://www.strava.com/heatmap#8.93/69.86824/34.46871/purple/all>)

Информация, генерируемая пользователями социальных сетей, практически сразу же стала восприниматься как важный источник данных в разных сферах научного знания. В одном случае анализ привязанных в пространстве и снабженных тегами фотографий помогает понять, где в Париже открываются самые популярные виды на Эйфелеву башню и р. Сену [18], в другом — тематика и геотэги сообщений помогают определить функциональные отличия разных районов в городской ткани Бостона [19]. Наибольшую популярность в качестве источника данных для исследований имеют такие социальные сети, как Twitter, Forsquare, Facebook, в России — «ВКонтакте». Эти данные становятся источником полезных сведений, например, для автоматизированных систем, помогающих принимать решения в процессе управления территорией. Примером такой системы может служить платформа Crime Telescope, созданная для прогнозирования возникновения криминогенных районов в современном городе [20] (рис. 2).

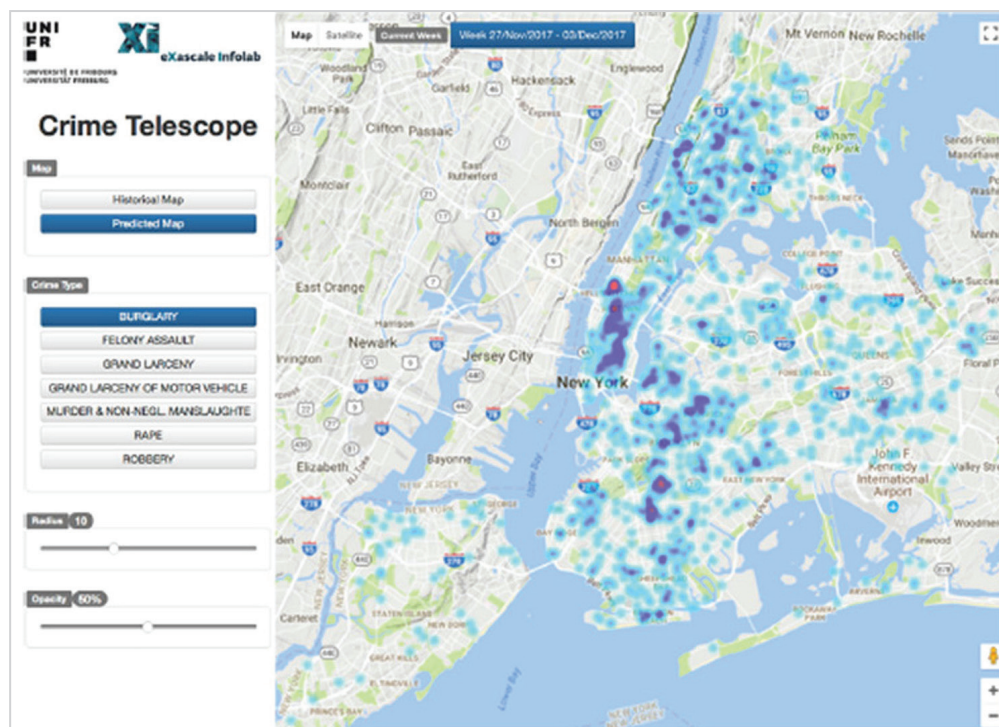


Рис. 2. Интерфейс сервиса CrimeTelescope [19]

Архитектура платформы состоит из нескольких крупных блоков. Источником данных для анализа состояния преступности служат социальные сети Twitter и Foursquare, открытые данные муниципалитетов, а также иные базы данных, подключаемые к платформе в зависимости от договоренностей. Блок сбора данных содержит собственную базу данных с паролями доступа, контроллер и несколько парсеров, разработанных для разного типа источников. Собранные данные очищаются и помещаются в основную БД, с которой взаимодействует блок извлечения сущностей (рис. 3).

Внутри последнего действуют алгоритмы определения ядерной плотности событий на карте города, категоризации POI, моделирования и статистического анализа, анализа тональности текста. Собранные и обработанные таким образом сведения позволяют оценить распределение криминогенных зон по городской ткани (Нью-Йорк в данном случае).

Далее блок Предсказания преступлений, чьи алгоритмы были натренированы с использованием тестовых наборов данных и регрес-



сионных моделей, формирует данные по ожидаемому в будущем состоянию преступности. Эти данные использует блок визуализации, который в свою очередь отправляет сведения веб-интерфейсу. Использование последнего встраивается в деятельность всех заинтересованных социальных групп населения (чиновники, застройщики, ритейл и т.д.). Устройство данного сервиса в общих чертах повторяют иные автоматизированные системы с элементами ГИС.



Рис. 3. Системная архитектура платформы CrimeTelescope [19]

Общедоступность городских данных привлекает не только ученых, но и творческих людей, не имеющих никакого отношения к городскому планированию, однако готовых экспериментировать с данными. Так появилась область деятельности, известная как data-art. Суть ее сводится к экспериментам в области инфографики и визуализации данных. Достаточно известны в этой сфере работы сотрудника фирмы Mapbox, программиста Эрика Фишера, впервые привлечшего внимание к своему творчеству в 2010 г., начав работу над Всемирным атласом геотегов<sup>3</sup>, в котором точки отражают место расположения выгруженных в сеть фотографий в пространстве, а цвет линий — скорость перемещения пользователя (рис. 4).

<sup>3</sup> Blog.Mapbox.com. Linking the most interesting places in the world. URL: <https://blog.mapbox.com/linking-the-most-interesting-places-in-the-world-b421f35b35a0> (дата обращения: 10.02.2021).

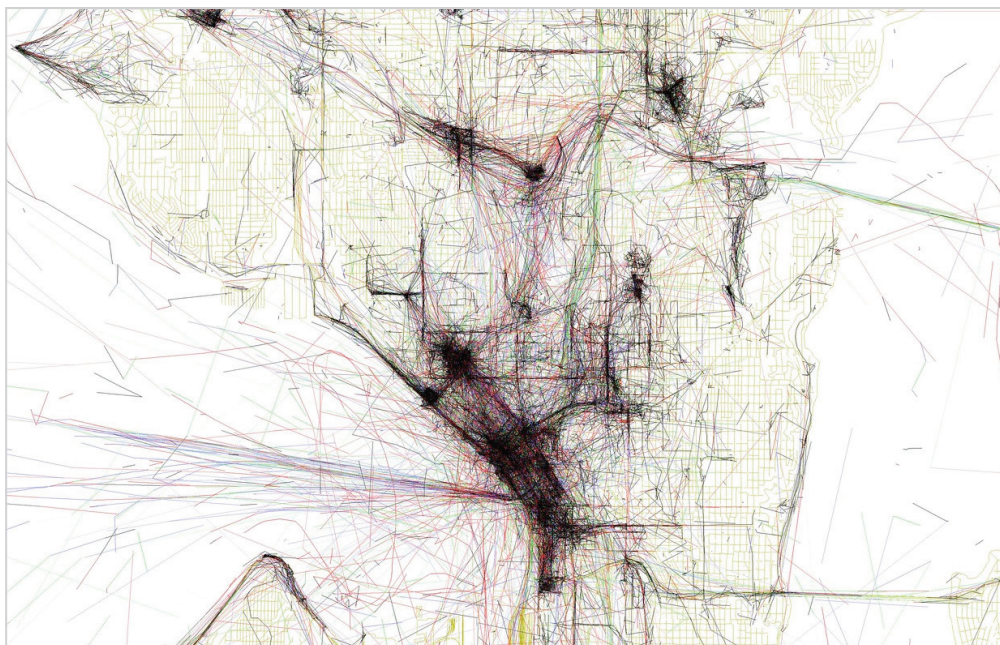


Рис. 4. Всемирный атлас геотегов № 24, Сиэтл (URL: <https://www.flickr.com/photos/walkingsf/sets/72157623971287575>)

Однако, несмотря на то что феномен цифрового следа города активно развивается последние 30 лет, значительная часть российского профессионального сообщества архитекторов и градостроителей всё это время была сосредоточена на освоении готовых инструментов трехмерного моделирования и визуализации. Таким образом, был упущен момент, когда было необходимо осваивать иные инструменты, позволяющие работать не с формой, а с цифровыми данными, лежащими в основе планировочных решений. Речь идет о языках программирования, базах данных, математической статистике, технологиях информационного поиска и обработки текстовых данных и изображений. Следствием этого упущения стала ситуация, при которой вопросы, традиционно связанные со сферой деятельности градостроителей и архитекторов, начинают решаться представителями совершенно других профессий. Прежде всего это заметно в проектах внедрения элементов системы «умного города».

Умение географов работать с объектами, расположенными на поверхности планеты, оказывается востребовано, когда надо проектировать работу городского транспорта или экипажей скорой помощи. Связисты

и энергетики востребованы, когда речь заходит об управлении эффективным освещением улиц. Навыки лингвистов выходят на передний план, когда надо в автоматическом режиме оценивать жалобы горожан на проблемы в эксплуатации городского хозяйства [16]. Математики и экономисты нужны для отладки систем принятия решений в целях развития муниципальных территорий. Специалисты, не имеющие базовых навыков в обработке данных, оказываются не востребованы в данной сфере.

В истории архитектуры и градостроительства уже был период, когда «чужаки» стремительно меняли правила формообразования и организации городской ткани, вредили настроенному бизнесу профессиональной корпорации. Вторая половина XIX в. стала эпохой, когда в разрастающихся городах эти правила стали определять не архитекторы, разбирающиеся в многообразии стилей различных эпох, а инженеры и врачи. Началось все с Хрустального дворца Пакстона, а закончилось Эйфелевой башней, водопроводом, канализацией, осознанием важности инсоляции и естественного освещения, изобретением автомобиля, концепцией Города-сада, Афинской хартией и началом эпохи модернизма в архитектуре и градостроительстве (рис. 5).



Рис. 5. План Вуазьен, или макет «Лучезарного города» Ле Корбюзье, воплотившего идеалы раннего модернизма (URL: <https://ilya-lezhava.livejournal.com/1147.html>)



С нач. XX в. города стали на несколько порядков сложнее городов в XIX в., и для поддержания комфортной среды обитания человеческого сообщества в них требуется работа сложных программно-аппаратных комплексов. На этом пути освоение геоинформационных технологий является для отечественных градостроителей первым необходимым шагом.

## **2. Умный город**

Развитию информационного подхода к моделированию градостроительных процессов способствовало появление в кон. XX в. концепции Умного города. Идея его состояла в автоматизации управления городскими системами, от которых зависит качество жизни и развития городов (транспорт, муниципальные услуги, образование, безопасность и здравоохранение), способности города как можно более точно реагировать на запросы горожан.

Уже тогда, выделяя направления развития концепции (мониторинг конструктивной безопасности зданий и сооружений, оцифровка подземных сетей и городского озеленения), авторы идеи осознавали необходимость разработки отдельного блока методик, направленных на компьютерное моделирование и интегрированную обработку всех неструктурированных городских данных [15].

Из концепции Умного города позже выросла идея создания «городской панели» — своеобразного центра управления городом, оснащенного программно-аппаратным комплексом, позволяющим в режиме реального времени видеть изменение параметров городских систем. Важным стимулом к созданию таких центров была имевшаяся на кон. XX в. обширная практика управления космическими и воздушными полетами, железными дорогами, работой биржи и иных сложных организаций с помощью таких центров. Наиболее известной реализацией городской панели стал в 2012 г. центр в Рио-де-Жанейро (рис. 6).

С развитием сети Интернет созданные центры получили свои веб-версии (рис. 7), а с определенного момента стали публичными, предоставляя машиночитаемые данные по запросу пользователей. Выложенные в открытый доступ специально подготовленные данные (открытые данные) стали основой для создания новых услуг и веб-



приложений. А невозможная ранее идея открытости муниципальных и государственных данных привела к рождению концепции «открытого правительства». В итоге этого взрывной рост объема данных и повышение их значимости в экономике были закреплены в тезисе «Большие данные — это новая нефть».



Рис. 6. Операционный центр в Рио-де-Жанейро (URL: <https://placesjournal.org/article/mission-control-a-history-of-the-urban-dashboard/?cn-reloaded=1&cn-reloaded=1>)

В России проект «Умный город» реализуется в рамках национального проекта «Жилье и городская среда» и национальной программы «Цифровая экономика»<sup>4</sup>. Проект декларирует 5 ключевых принципов:

- ориентацию на человека;
- технологичность городской инфраструктуры;
- повышение качества управления городскими ресурсами;
- комфортную и безопасную среду;

<sup>4</sup> Минстрой России. ПРОЕКТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА «УМНЫЙ ГОРОД». URL: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/gorodskaya-sreda/proekt-tsifrovizatsii-gorodskogo-khozyaystva-umnyy-gorod/> (дата обращения: 10.02.2021).

- акцент на экономической эффективности, в т. ч. сервисной составляющей городской среды.



Рис. 7. Городская панель Лондона (URL: <https://placesjournal.org/article/mission-control-a-history-of-the-urban-dashboard/?cn-reloaded=1&cn-reloaded=1>)

Основным инструментом реализации данных принципов заявлено широкое внедрение передовых цифровых и инженерных решений в городской и коммунальной инфраструктуре. Цель проекта состоит не только в создании цифрового двойника и автоматизации всех городских систем, но и в комплексном повышении эффективности городской инфраструктуры.

Проект реализуется такими крупными организациями, как Ростелеком, Ростех, Росатом. При отсутствии бюджетного финансирования, Ростелеком в 2018–2019 гг. частично реализовал пилотный проект

в г. Сатке Челябинской области, где был внедрен комплекс смарт-решений: «Видеонаблюдение», «Умный домофон», «Умное освещение», «Цифровой учет коммунальных ресурсов». Городская система видеонаблюдения позволяет записывать, хранить и передавать видео, а также реагировать на потенциальные нарушения, способна распознавать лица и устанавливать количество людей на видео. Видеопоток передается на цифровую платформу «Умный город», в которую интегрированы все системы видеонаблюдения в городе. Система «Умный домофон» позволяет открывать дверь с телефона, сообщать жильцам информацию от управляющей компании, записывать видео придомовой территории и передавать изображение посетителей хозяину квартиры. Уличное освещение в городе заменено на энергосберегающее, полная модернизация освещения проведена в одной из школ. В ней теперь используется система освещения с автоматическим регулированием интенсивности потока в зависимости от погодных условий. Аналогичный комплекс нововведений в 2019–2020 гг. был запланирован по соглашению ПАО «Ростелеком» с администрацией г. Полевского Свердловской области<sup>5</sup>. На момент подготовки рукописи в городе ведутся подготовительные работы, проводятся опросы горожан<sup>6</sup>.

Госкорпорация Ростех активно внедряет в российских регионах интеллектуальное оборудование для транспорта, энергетики и ЖКХ:

- «умный» светофор на светодиодных экранах, способный проецировать стену из лазерных лучей;
- систему фотовидеофиксации «Призма» для автоматического выявления нарушений ПДД;
- комплексную многоступенчатую систему газовой безопасности для жилых многоквартирных домов, которая позволяет по каналам GSM и Wi-Fi передавать информацию об утечке газа и автоматически перекрывать его подачу;
- приборы учета электроэнергии, позволяющие в режиме реального времени считывать и сохранять информацию, оповещать

---

<sup>5</sup> Ростелеком. Из чего будет сделан «умный» Полевской в Свердловской области: администрация города и «Ростелеком» проведут опрос для жителей по проекту «Умный город». URL: [https://www.company.rt.ru/press/news\\_fill/d450174/](https://www.company.rt.ru/press/news_fill/d450174/) (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>6</sup> У жителей Полевского спросят, каким они видят их «умный город». URL: [https://ural.aif.ru/society/u\\_zhiteley\\_polevskogo\\_sprosyat\\_kakim\\_oni\\_vidyat\\_ih\\_umnyy\\_gorod](https://ural.aif.ru/society/u_zhiteley_polevskogo_sprosyat_kakim_oni_vidyat_ih_umnyy_gorod) (дата обращения: 02.08.2021).

о потерях и осуществлять мониторинг качества коммунальных ресурсов.

Существенной проблемой при внедрении такого оборудования, производимого разными организациями, становится отсутствие «единого стандарта требований к оборудованию и программному обеспечению создаваемых систем. Он необходим, чтобы формировать условия для последующей конвертации данных и свободного информационного обмена между системами поддержки принятия решений различного уровня: от регионального до федерального. Решения в сфере «Умного города» в разных областях, созданные различными производителями, используют разные информационные протоколы, что не позволяет обмениваться информацией между разными ИТ-системами и ситуационными центрами, к примеру между регионами и городами или на межведомственном уровне»<sup>7</sup>.

Таким образом, реализуемые в городах РФ элементы Умного города, как правило, сводятся к насыщению имеющейся инфраструктуры новыми датчиками и оптимизации инженерных процессов (транспорт, энергетика, экология). Городские власти хотят оперативно получать информацию прежде всего там, где они имеют возможность быстро реагировать на изменение ситуации. Пример такой реализации — карта уборочной техники г. Тюмени, позволяющая отслеживать ее работу в режиме реального времени<sup>8</sup> (рис. 8). Гораздо сложнее поддаются цифровизации социальные процессы. Самым перспективным направлением развития здесь является контроль общественного порядка и создание сервисов коммуникации между горожанами и органами власти.

В 2021 г., в масштабах всей страны, на платформе «Госуслуги» был реализован сервис «Решаем вместе»<sup>9</sup>, предназначенный для сбора от горожан заявлений о проблемах, возникающих при эксплуатации городской инфраструктуры, и получения органами власти обратной связи по планируемым решениям (рис. 9).

---

<sup>7</sup> Ростех. Ростех рассказал о перспективах развития «Умного города». URL: <https://rostec.ru/news/rostekh-rasskazal-o-perspektivakh-razvitiya-umnogo-goroda/> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>8</sup> Городская система мониторинга «НАЛИЧИЕ УБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ НА УЛИЦАХ ГОРОДА ТЮМЕНИ». URL: <https://grader.tyumen-city.ru/> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>9</sup> ТАСС. Платформу «Госуслуги. Решаем вместе» запустят во всех субъектах до конца 2021 года URL: <https://tass.ru/obschestvo/10887379> (дата доступа: 02.08.2021).



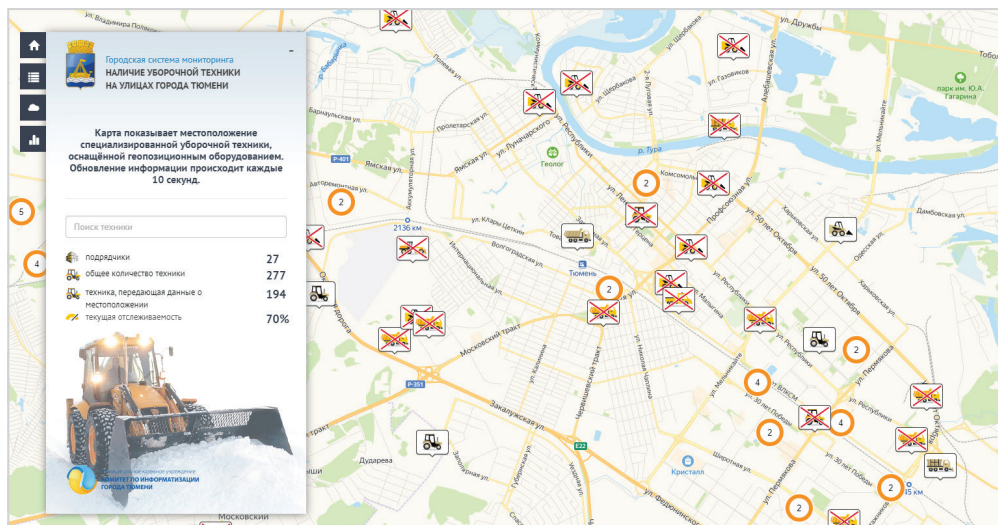


Рис. 8. Интерактивная карта уборочной техники г. Тюмени (URL: <https://grader.tyumen-city.ru/>)

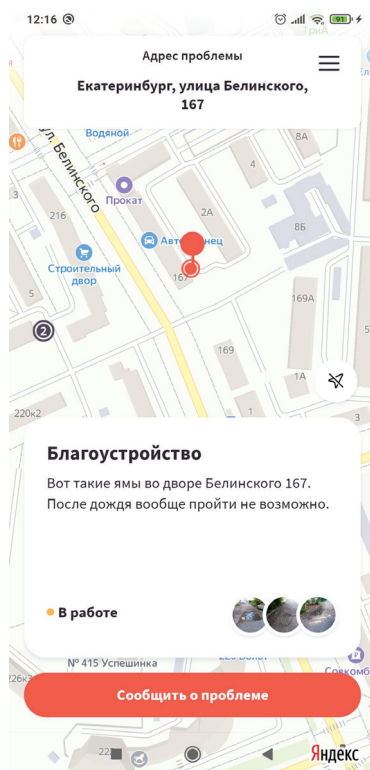


Рис. 9. Интерфейс мобильного приложения «Решаем вместе»

### **3. Подходы к хранению градостроительных данных в России**

---

С 1990-х гг. в отечественных муниципалитетах была распространена практика, когда пространственные данные, описывающие территорию, формировались и обрабатывались с помощью ГИС разных производителей (ИнГЕО, «Панорама», MapInfo, ArcGIS и др.). Основной проблемой в этой ситуации является разный формат данных, используемый в программном обеспечении, что приводит к многочисленным проблемам при конвертации и потере данных. Как следствие, проекты, реализуемые на территории нескольких субъектов, требуют значительных затрат на подготовку данных.

В кон. 2004 г., в соответствии с 191 Федеральным законом, на базе Государственного градостроительного кадастра создается ИСОГД — информационная система обеспечения градостроительной деятельности, а все органы местного самоуправления городских округов и муниципальных районов были обязаны в срок до 1 июля 2006 года предоставить градостроительную документацию для включения в новую систему. Целью ведения ИСОГД заявлялось обеспечение органов государственной власти и местного самоуправления, физических и юридических лиц актуальными и достоверными сведениями, необходимыми для осуществления градостроительной, инвестиционной и иной хозяйственной деятельности, проведения землеустройства. Однако тогда речь шла лишь о бумажных документах, картах и схемах.

Переход на обязательную электронную форму ведения ИСОГД занял около 10 лет. За это время было разработано значительное число соответствующих автоматизированных систем, рассчитанных на размещение, корректировку, выдачу градостроительной документации в векторных растровых, табличных и иных форматах, выполнение иных, связанных с процессом пространственного развития, функций (принятие управленческих решений, формирование земельных участков, присвоение адресов, выдача разрешений на ввод в эксплуатацию и т. п.).

С нач. 2019 г. вступил в действие обновленный вариант Градостроительного кодекса, 57 ст. которого<sup>10</sup> не рекомендует, а уже вме-

---

<sup>10</sup> Резина Н. Типовые решения для регионов и муниципалов «сверху» — промежуточные итоги спустя год/Цифровая Россия — Все об ИТ в государстве. 2019.

няет регионам создание государственной системы информационного обеспечения градостроительной деятельности (ГИСОГД) регионального уровня на базе одного из типовых решений, размещенных в национальном фонде алгоритмов и программ (НФАП)<sup>11</sup>. На момент подготовки материалов практикума в фонде присутствует 6 продуктов в данной категории.

**Предназначенное для ведения ИСОГД программное обеспечение, размещенное в Национальном фонде алгоритмов и программ<sup>12</sup>**

Наименование программного продукта	Поставщик
UrbanИСОГД	Департамент по архитектуре и градостроительству Краснодарского края
Региональная геоинформационная система имущественного комплекса и территориального планирования Тульской области с функциями региональной государственной системы обеспечения градостроительной деятельности	Министерство по информатизации, связи и вопросам открытого управления Тульской области
Государственная информационная система Ярославской области «Портал инфраструктуры пространственных данных Ярославской области»	Департамент информатизации и связи Ярославской области
Типовое тиражируемое программное обеспечение «Информационная система обеспечения градостроительной деятельности Тюменской области»	Департамент информатизации Тюменской области
Типовое тиражируемое программное обеспечение «Модуль ведения информационной системы обеспечения градостроительной деятельности»	Министерство цифрового развития и связи Новосибирской области
Типовое тиражируемое программное обеспечение «Информационная система обеспечения градостроительной деятельности»	Главное управление архитектуры и градостроительства Московской области

URL: <http://d-russia.ru/tipovye-resheniya-dlya-regionov-i-munitsipalov-sverhu-promezhutochnye-itogi-spustya-god.html> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>11</sup> Типовые решения для регионов и муниципалов «сверху» — промежуточные итоги спустя год. URL: <https://d-russia.ru/tipovye-resheniya-dlya-regionov-i-munitsipalov-sverhu-promezhutochnye-itogi-spustya-god.html> (дата обращения: 27.07.2021).

<sup>12</sup> Геоинформационные системы, в т. ч. системы навигации и мониторинга подвижных объектов. URL: [https://portal.eskigov.ru/nfap/search?page=1&term=&mode\\_id=&category\\_id=42&applicant=](https://portal.eskigov.ru/nfap/search?page=1&term=&mode_id=&category_id=42&applicant=) (дата обращения: 27.07.2021).

Несмотря на то что поставщиками ПО во всех случаях значатся подразделения региональных властей, реальными его разработчиками являются коммерческие компании. Так, ИСОГД Тюменской области разработано и внедряется силами ООО «Джемс Девелопмент», являющегося подразделением Института территориального планирования «Град», расположенного в Омске.

Все указанные продукты доступны для использования и модификации органами государственной власти или государственными внебюджетными фондами, но не для коммерческих структур. В этих программах, как правило, предусмотрены единые правила загрузки и выгрузки данных в формате XML и в виде табличных файлов. В соответствии с Градкодексом они предназначены для размещения следующих данных:

- карты планируемого размещения объектов федерального и регионального значения и положения о территориальном планировании применительно к территории субъекта Российской Федерации;
- карты планируемого размещения объектов местного значения муниципального района, объектов местного значения поселения, объектов местного значения городского округа, карты функциональных зон, а также положения о территориальном планировании;
- региональные нормативы градостроительного проектирования;
- местные нормативы градостроительного проектирования;
- правила землепользования и застройки;
- правила благоустройства территории;
- основная часть проекта планировки территории;
- основная часть проекта межевания территории;
- материалы и результаты инженерных изысканий;
- сведения о создании искусственного земельного участка;
- сведения о границах зон с особыми условиями использования территорий и об их характеристиках;
- положение об особо охраняемой природной территории, лесохозяйственные регламенты лесничества, расположенного на землях лесного фонда;
- план наземных и подземных коммуникаций, на котором отображается информация о местоположении существующих



и проектируемых сетей инженерно-технического обеспечения, электрических сетей;

- решения о резервировании земель или решения об изъятии земельных участков для государственных и муниципальных нужд;
- дела о застроенных или подлежащих застройке земельных участках;
- иные сведения, документы, материалы.

Последний пункт позволяет муниципалитетам хранить и использовать для планирования любые сведения о городской среде (реестр зеленых насаждений, карта криминогенных зон, карта городских легенд и т. п.).

Осознание необходимости внедрения единого для всей страны способа хранения градостроительной документации привело к появлению приказа Минэкономразвития России от 9 янв. 2018 № 10 «Об утверждении Требований к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения и о признании утратившим силу приказа Минэкономразвития России от 7 декабря 2016 г. № 793». Так называемый «10-й Приказ»<sup>13</sup> содержит требования, разработанные в целях структурирования и унификации информации об объектах при подготовке документов территориального планирования разных уровней.

Кроме требований к отображению объектов, этот документ содержит перечень классов (слоев) пространственных данных (объектов), описание структуры атрибутивных данных и справочников. Также приказ содержит ряд требований к топологической согласованности отображаемых объектов:

- смежные объекты (зоны, примыкающие здания) должны иметь общий участок с одинаковым количеством точек с одинаковыми координатами;
- пересекающиеся или стыкующиеся объекты должны иметь общую точку;

<sup>13</sup> Приказ Министерства экономического развития РФ от 9 янв. 2018 г. N 10 «Об утверждении Требований к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения и о признании утратившим силу приказа Минэкономразвития России от 7 декабря 2016 г. N 793» (с изменениями и дополнениями). URL: <https://base.garant.ru/71856140/> (дата обращения: 03.08.2021).

- метрика площадного объекта не должна иметь самопересечения линии границы в виде петель.

Качественные и количественные характеристики объекта (код объекта по классификации и атрибуты) должны сохранять постоянное значение на всем протяжении объекта (один объект не может состоять из нескольких точек, линий или полигонов). Значения атрибутов могут быть представлены в виде строго определенных типов данных. К точечным, линейным и полигональным условным знакам в приказе сформулированы правила графического отображения для карт, перечисленные в таблицах.

На момент подготовки рукописи в Свердловской области ГИСОГД ведется на основе московской версии типовой тиражируемой системы. При этом преобразование исходной векторной градокументации в XML-формат осуществляется в QGIS с помощью специального созданного модуля<sup>14</sup>. Для корректного отображения объектов, в соответствии с 10-м приказом, в каталог программы устанавливается дополнительная папка с SVG-символикой.

## **4. Геомаркетинг**

---

Пространственные данные используются не только в процессах управления развитием территорий, которыми заняты органы федеральной и муниципальной власти. Широким направлением деятельности, в котором также задействованы технологии ГИС, является геомаркетинг, востребованный субъектами разного масштаба — от транснациональных сетей ритейла до индивидуальных предпринимателей.

В России существует значительное число организаций, занимающихся консалтингом в сфере пространственного анализа объектов недвижимости и торговли. Большая их часть расположена в Москве и Санкт-Петербурге (рис. 10). Клиентами этих организаций являются как крупные торговые сети и логистические компании, так и региональные застройщики, ритейл городского масштаба. Геомаркетинг актуален для торговых точек, успешность которых в значительной сте-

---

<sup>14</sup> Государственная ИСОГД Свердловской области//Программы и сервисы. URL: <https://minstroy.midural.ru/article/show/id/10073> (дата обращения: 02.08.2021).

пени зависит от их местоположения. В эту группу попадают объекты торговли, предлагающие товары и услуги постоянного пользования: аптеки, продуктовые магазины, парикмахерские, газетные киоски и т. п. Менее актуален геомаркетинг для точек продаж, предоставляющих уникальные товары или услуги. В этом случае у потребителя нет выбора, и он поедет за товаром на большие расстояния<sup>15</sup>.

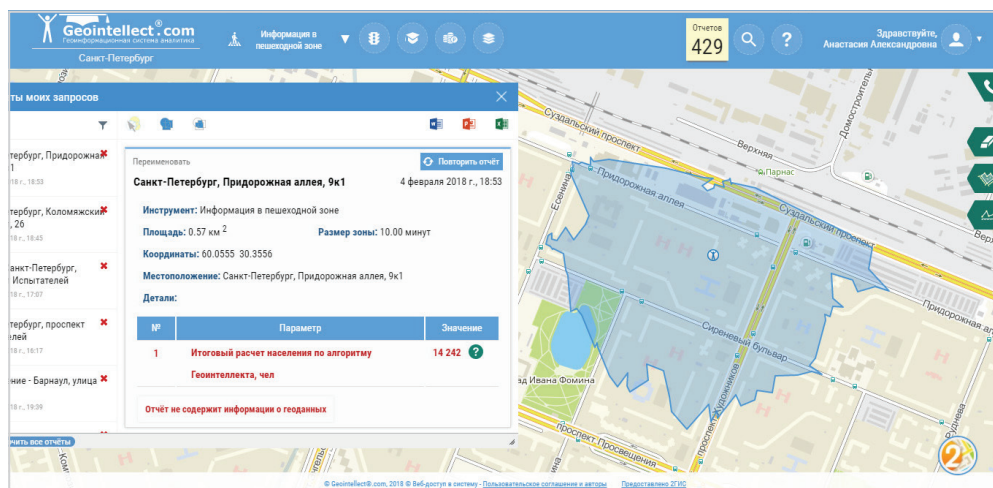


Рис. 10. Демоверсия аналитической платформы «Геоинтеллект», г. Санкт-Петербург (URL: <https://geointellect.com>)

Существенное отличие данных, используемых в продуктах геомаркетинга, от тех, что вносятся в ИСОГД, состоит в том, что они описывают не прошлое или запланированное документацией на определенный срок состояние городской среды, а текущее. Эти данные можно разбить на три крупные категории:

- информация о своих торговых точках;
- информация о конкурентах;
- информация о потребителях.

Данные о своих точках и точках конкурентов могут включать информацию о местоположении и атрибуты торговых точек: ассортимент, цены, инфраструктура, торговые площади, объем продаж и др. Сведения о потребителях включают социально-демографические дан-

<sup>15</sup> Имангалин А. Ф. Геомаркетинг, от простого к сложному//SmartLoc. 2015. URL: <http://smartloc.ru/list/blog/articles/geomarketing/> (дата обращения: 10.02.2021).

ные, данные о доходах, данные о численности. Кроме этого, необходимы базовые пространственные данные об инфраструктуре территории (типы зданий, функциональные зоны, общественный транспорт и т.д.). Они важны для анализа пространственного поведения потребителей.

В ходе моделирования поведения покупателей (рис. 11), наряду с картографическими источниками информации, применяются материалы дистанционного зондирования земли, статистические и табличные данные о социально-экономических показателях (демография, уровень жизни, недвижимость, транспорт и др.) исследуемой территории. Для получения актуальной информации об объектах недвижимости, кроме работ в камеральных условиях, проводятся полевые натурные обследования<sup>16</sup>.

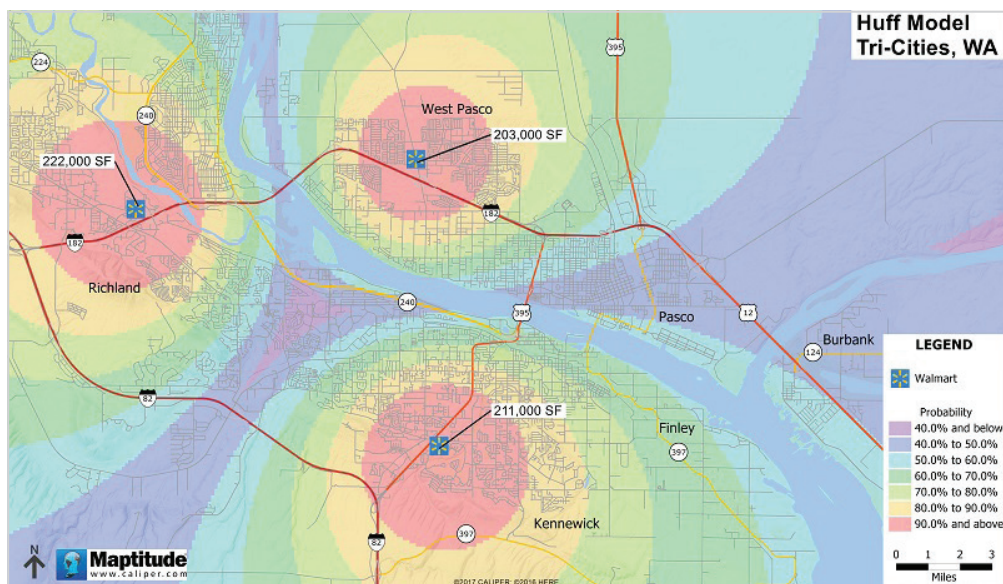


Рис. 11. Модель Хаффа для анализа вероятности посещения торговой точки, использующая торговую площадь магазина в качестве меры привлекательности (URL: <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/2019-quarter-03/gist-and-retail-business>)

Создаваемые в рамках геомаркетинга услуги и продукты помогают считать население, конкурентов, анализировать состояние город-

<sup>16</sup> Геомаркетинг. URL: <https://rrg.ru/technology/geomarketing> (дата обращения: 10.02.2021).

ской инфраструктуры и прогнозировать товарооборот, оптимизировать число и расположение объектов торговой сети, определять потенциал потребления продуктов и услуг, оценивать инвестиционные возможности, определять индекс комфортности городской среды и т. п.

## **5. История развития геоинформационных систем**

---

История развития ГИС насчитывает уже более 60 лет. Первые попытки их создания относятся к 1960-м гг., когда в 1963–1971 гг. была разработана Канадская географическая информационная система для сельскохозяйственного агентства (CGIS). Параллельно с этим в Швеции шли работы по созданию ГИС Шведского земельного банка данных, предназначенного для автоматизации учета земельных участков и недвижимости округа Упсала (1963). Учеными этих коллективов был сформулирован фундаментальный принцип ГИС — введение в число атрибутов объектов пространственных признаков, в какой бы форме они ни выражались (в координатах, иерархии административной принадлежности, в терминах принадлежности к ячейкам регулярных сетей членения территории).

В США основным разработчиком методики построения ГИС стала Гарвардская лаборатория компьютерной графики, чьи результаты послужили базой для создания промышленных ГИС. На этой основе в 1964 г. была создана первая система Symap (рис. 12), авторы которой впоследствии возглавили известные теперь фирмы ESRI и Intergraph. В конце 1980-х гг. в США появились прикладные ГИС, ориентированные на решение природоохранных задач, были выполнены работы по картированию лесов с использованием аэро- и космической съемки.

Несмотря на интенсивное развитие геоинформационных технологий, первые общедоступные полнофункциональные ГИС появились только после выхода на рынок персональных компьютеров в сер. 1980-х гг. На тот момент в мире насчитывалось уже около 500 ГИС. Стали появляться первые коммерческие программы. В первую очередь это связано с работой фирмы ESRI, которая выпустила свой основной продукт ArcView 2.0. С этого момента началось развитие ГИС как массовых программно-информационных комплексов для решения задач в прикладных областях.



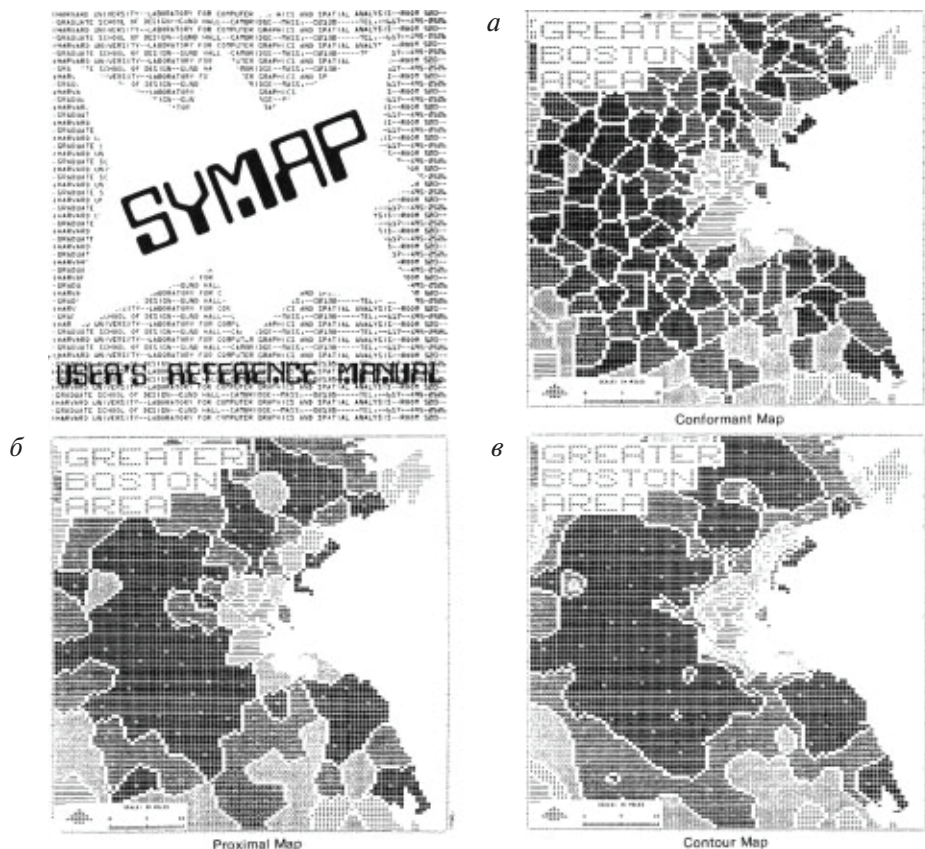


Рис. 12. Три основных типа карт, изображенные на обложке руководства по SYMAP: конформная (а), проксимальная (б) и контурная (в), 1966 г.  
(URL: [https://users.cs.duke.edu/~brd/Historical/hlccg/HarvardBLAD\\_screen.pdf](https://users.cs.duke.edu/~brd/Historical/hlccg/HarvardBLAD_screen.pdf))

В СССР до кон. 1980-х гг. ГИС разрабатывались Министерством обороны и поэтому были закрытыми. С нач. 1990-х гг. в России одновременно с наплывом зарубежного софта стали появляться первые собственные коммерческие ГИС.

## 6. Функции, алгоритмы и типы ГИС

Если проанализировать существующие в литературе определения геоинформационной системы, то «можно характеризовать ГИС как информационную систему, обеспечивающую сбор, хранение и ана-

лиз пространственной информации, т.е. как геоинформационный сервис» [1, 14].

Перечни возможностей ГИС существенно отличаются друг от друга в зависимости от целей их разработки. Несколько обобщая, можно говорить о следующем наборе функций универсальных ГИС:

- создание слоев векторных, растровых, квадратомиических данных;
- подключение картографических сервисов;
- взаимодействие с базами данных;
- проверка топологии;
- использование аналитических алгоритмов;
- преобразование растровых и векторных данных;
- импорт и экспорт данных в разных форматах;
- графическое редактирование и использование условных обозначений;
- подготовка карт для печати;
- ввод и вывод карт с помощью дополнительного оборудования.

Технологии или алгоритмы, используемые в геоинформационных системах, невероятно разнообразны, и их число постоянно растет. Среди них отличают:

- геометрические алгоритмы;
- индексирование пространственных данных;
- алгоритмы пространственного анализа и моделирования.

К числу наиболее востребованных в работе относится, например, процедура геокодирования. К ней прибегают для превращения табличных данных с адресами объектов или описанием их расположения в слой пространственных данных с координатами широты и долготы. Существует и обратное геокодирование, когда по известному расположению объекта нужно получить его адрес. На сегодня существует несколько общедоступных сервисов, позволяющих по адресу определить географические координаты списка объектов (Google maps API, Yandex Maps API, OSM Nominatim и др.).

Другая востребованная базовая операция — привязка растровых карт в пространстве системы координат. Она необходима, когда часть данных проекта содержится в картах, зачастую выполненных даже без топографической разграфки, как это делалось вплоть до XX в.

Для решения задач пространственного и статистического анализа в любых современных ГИС имеется набор инструментов, позволяю-



щий строить буферные зоны, изохроны и изолинии, определять расстояния и площади, проводить различные пространственные и атрибутивные выборки, накладывать слои, определять ближайшее соседство разных типов объектов, передавать атрибуты от объекта к объекту, считать количество объектов по заданным условиям и др. (рис. 13).

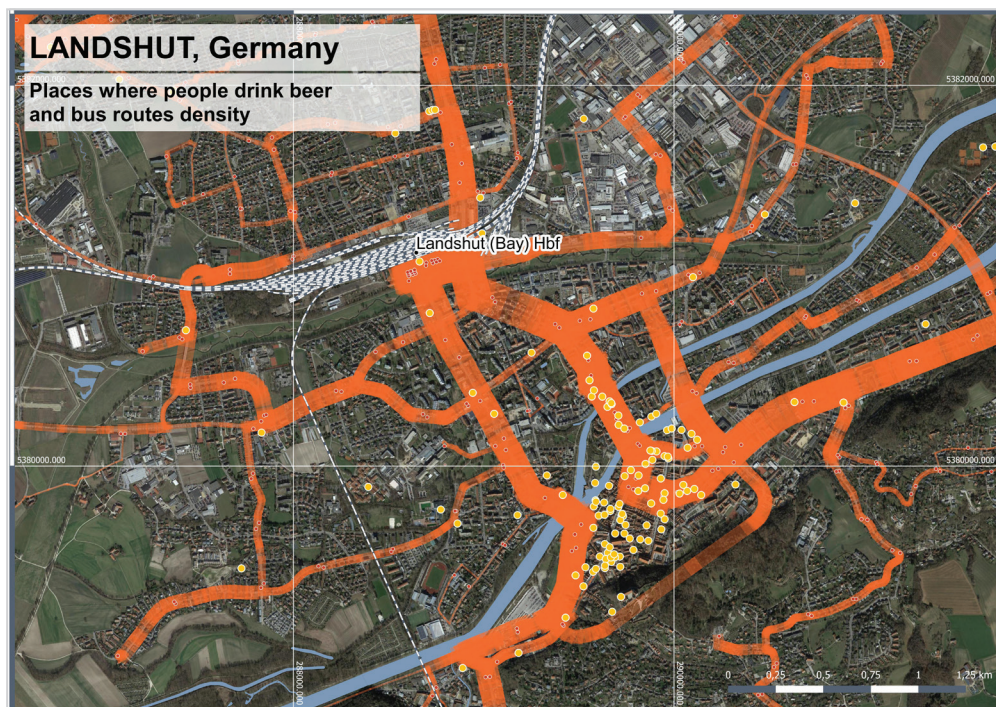


Рис. 13. Аналитическая карта, демонстрирующая плотность автобусных маршрутов и пивных баров, г. Ландсхут, Германия

Для построения изображения в QGIS использованы алгоритмы подсчета количества наложенных друг на друга линейных объектов

С помощью таких инструментов определяют количество населения, проживающего в разных по зонах доступности от заданной точки. С помощью методов геостатистического анализа (интерполяция, экстраполяция, аппроксимация данных) исследователи рассчитывают значения какого-то необходимого показателя или явления на всей исследуемой территории на основе дискретно распределенных данных (стоимость квадратного метра жилья, содержание оксида углерода в воздухе и т. п.) (рис. 14).



По аппаратной платформе выделяют ГИС профессионального уровня и ГИС настольного типа. К классическим ГИС профессионального уровня относятся широко известные системы фирм Intergraph, ESRI и др. Это мощные системы, созданные изначально для функционирования на рабочих станциях и для сетевого использования. Они поддерживают многочисленные приложения, включают блоки векторизации картографического материала, способны работать с большим числом внешних устройств. ГИС настольного типа ориентированы на ПК и предназначены для использования широким кругом пользователей, например, AtlasGIS, MapInfo, ArcView, Microstation, WinGIS и т. д. Эти системы обладают меньшим набором функций. Они имеют низкую цену, более массово используются, на их базе организуются рабочие места в больших проектах, где ГИС строится как многоуровневая система.

Различают также разные типы ГИС по территориальному охвату, предметной области и функциональным возможностям.

Универсальные ГИС характеризуются открытостью, работают с различными форматами данных, обладают достаточной мощным графическим редактором, имеют средства разработки и внедрения различных приложений как общего, так и специального назначения. Это наиболее широко используемый класс ГИС, поскольку позволяют решать широкий круг задач. Как правило, такие системы имеют собственные встроенные методы использования языков программирования, позволяющие автоматизировать выполнение алгоритмов.

Специализированные ГИС решают узкий круг задач на заданном наборе параметров. Их задача — контроль протекания процессов и предотвращение нежелательных ситуаций, автоматизация документооборота и т. д. (некоторые версии отечественных ИСОГД).

По способу взаимосвязи программных алгоритмов с исходными данными различают клиент-серверные, настольные и веб-ГИС. В клиент-серверных системах вся информация хранится в базе данных (Microsoft SQL, Oracle, PostgreSQL, DB2, MongoDB и т. п.) на сервере, а пользователь только получает к ним доступ. Сервер же реализует алгоритмы обработки данных. В настольных ГИС вся информация хранится и обрабатывается локально, впрочем, программа может обращаться за данными к веб-сервисам, расположенным на удаленных серверах. Веб-ГИС бывают двух видов. Часть их может обеспечивать полный функционал сервера (ArcGIS), часть — представлять собой набор компонент, позво-

ляющих реализовывать на сайте часть функций ГИС (виртуальные глобусы типа Google Earth, картографические веб-серверы, сервисы геокодирования, мобильных данных сетевого анализа) [2].

В нач. 2020-х гг. появился особый тип ПО, позволяющий работать с объемными моделями, напрямую сближая функционал ГИС и BIM программ (ArcGIS Desktop, AutoCAD InfraWorks). На рынке ГИС существует не менее 100 коммерческих систем и более 300 свободно распространяемых программных комплексов для работы с пространственной информацией. Большую роль в развитии открытого программного обеспечения, которое по своему качеству начинает приближаться к коммерческим программам, сыграл консорциум Open Source Initiative.

## **7. Универсальные десктопные ГИС**

---

ArcGIS — название серии программных продуктов производства американской компании ESRI (Environmental Systems Research Institute), основанной в 1969 г. Наиболее совершенный продукт в области картографии обладает множеством модулей, позволяющих проводить анализ городской среды, принимать решения по развитию муниципального образования, управлять бизнес-процессами. Положительные стороны ArcGIS:

- широкая функциональность;
- встроенный язык программирования Python;
- многоплатформенность;
- наличие мобильных приложений;
- поддержка разнообразных стандартов, в т. ч. OGC (Open Geospatial Consortium);
- наличие сертификата Федеральной службы по техническому и экспортному контролю; разрешен к использованию Министерством обороны РФ, прошел сертификацию для работы с секретными и совершенно секретными данными.

К отрицательным сторонам продукции ESRI относятся:

- высокая стоимость;
- запутанная лицензионная политика;
- сложность в эксплуатации, перегруженный редактор и интерфейс;



- высокая сложность установки и обслуживания системы;
- необходимость постоянного обучения персонала для поддержания квалификации;
- отсутствие возможности редактировать условные обозначения по российским стандартам.

ГИС MapInfo была разработана в кон. 1980-х гг. фирмой Mapping Information Systems Corporation (США). Положительные стороны системы:

- невысокая стоимость;
- встроенный язык MapBasic, расширение Basic Microsoft;
- простой текстовый формат обмена данными;
- наличие мобильных приложений для Microsoft Windows Mobile;
- простота в освоении продукта и удобство картографического редактора;
- программа создавалась как инструмент для ПК, позволяющий проводить анализ пространственной информации в сфере бизнеса, логистики, научных исследованиях;
- понятная лицензионная политика;
- наличие всех стандартных функций;
- привычный большинству MS Office подобный интерфейс;
- высокая степень устойчивости в работе.

Отрицательные стороны системы:

- слабая математическая поддержка обработки данных;
- неудобный интерфейс геопривязки растровых карт;
- отсутствие строгой типизированности пространственных данных;
- небольшой выбор встроенных правил проверки топологии;
- есть ограничения на создание условных обозначений;
- отсутствие полноценного 3D-модуля и поддержки стандартов OGC;
- слабая многоплатформенность;
- сложность работы с веб-приложениями.

«ИнГЕО» — разработана в компании «Интегро», г. Уфа. До сих пор широко используется в муниципалитетах как инструмент градостроительного проектирования. Положительные ее стороны:

- на базе этой ГИС сделана ИСОГД «Мониторинг», муниципальная информационная система «ИнМета-МИС»;
- наличие развитой системы прав доступа к картографическим и семантическим данным;

- стоимость значительно ниже других платных аналогов;
- возможность автоматического учета работы пользователей системы;
- возможность доработки алгоритмов обработки данных;
- возможность создания сложных условных обозначений по российским стандартам;
- удобство интерфейса построения объектов при проектировании.

#### Отрицательные стороны ГИС:

- перепроецирование данных в разные системы координат невозможно, как и совмещение данных в разных системах координат или проекциях;
- отсутствует поддержка основных стандартов OGC;
- сложные процедуры экспорта в открытые форматы (SHP, GEOJSON).

ГИС «Панорама» — русскоязычный продукт «КБ Панорама». Программа изначально разрабатывалась для Министерства обороны РФ и Роскартографии. Положительные ее стороны:

- приспособлена для создания и печати советских топографических карт;
- позволяет объединять в одном проекте пространственные данные в разных системах координат;
- многоплатформенность;
- совместима с различными способами безопасности и шифрования данных;
- встроенный трехмерный вид карты;
- существуют модули для различных специализаций;
- есть возможность работы с данными в облачном хранилище;
- есть функции для составления графических сводных таблиц, диаграмм.

#### Отрицательные стороны программы:

- программа создает модель не реального мира, а топографической карты;
- неудобный интерфейс;
- отсутствие аналитических функций, свойственных другим ГИС;
- данные можно хранить только в собственном формате SXF;
- дополнительные модули под «Панораму» — редкость.



Quantum GIS (QGIS) — свободно распространяемая система с открытым исходным кодом. «Разработку QGIS начала в 2002 г. группа энтузиастов. Была поставлена цель создать простую и быструю программу просмотра географических данных для операционных систем семейства Linux. Со временем появилась идея использовать QGIS как графический интерфейс для другой ГИС — GRASS. Последняя изначально была разработана военными США, но не имела удобного графического интерфейса и имела сложности с использованием под Windows. Таким образом QGIS получила в распоряжение аналитические и иные функции GRASS. QGIS доступна для большинства операционных систем, обладает всеми <...> функциями универсальной ГИС, которые значительно расширяются посредством отдельных модулей. QGIS имеет одно из наиболее развитых сообществ в среде открытых ГИС, при этом количество разработчиков постоянно увеличивается, чему способствуют хорошая документация по процессу разработки и удобная архитектура» [4]. QGIS поддерживает различные СУБД благодаря интеграции с GRASS и еще с одной ГИС — SAGA, обладает мощным аналитическим функционалом, работает с ДЗЗ. В ней реализован импорт данных формата DXF, созданных с использованием систем координат. Рабочая консоль реализована на языке Python, но существуют плагины для интеграции с Java и R.

К отрицательным сторонам программы можно отнести:

- неустойчивую работу на 64-разрядной Windows-7 и Windows-10;
- отсутствие защиты данных;
- в связи с постоянно появляющимися новыми версиями программы руководство пользователя переводится на русский лишь частично;
- ограниченный набор встроенной библиотеки штриховок и знаков.

## **8. Типы и форматы данных**

---

Поскольку современные ГИС тесно связаны со всеми явлениями информационного пространства, в них так или иначе используется широкий набор типов данных. Под данными понимается совокупность фактов, известных об объектах, либо результаты измерения этих

объектов. Данные делятся на две крупных группы: пространственные и атрибутивные.

Каждый тип предопределяет диапазон возможных значений, которые могут храниться в объекте данного типа, и набор операций, которые с этим объектом может быть выполнен (а также выделяемый размер памяти). Смысл существования разных типов данных сводится к оптимизации работы программы, которая, при обращении к ячейке памяти, заранее «понимает», как обращаться с информацией. При работе с плоскими, т. е. табличными, данными каждый столбец может содержать только один тип данных. Решения, позволяющие совмещать в одной колонке разные типы данных, не применяются в большей части ГИС.

Наибольшее распространение в реляционных базах, отвечающих за хранение данных в ГИС, имеют два родительских типа векторных пространственных данных. Оба из них векторные. Тип *Geometry* поддерживает плоские, или евклидовы (спроецированные), данные, имеющие метрическую размерность. Тип *Geography* отвечает за эллипсоидальные данные, закодированные в координатах широты и долготы.

Типы *Geometry* и *Geography* поддерживают 16 типов объектов пространственных данных. Данные экземпляры наследуют определенные свойства от своих родительских типов. Типы объектов делятся на простые типы и коллекции.

К простым типам относятся объекты типа:

- *Point*;
- *LineString*;
- *Polygon*.

Векторное представление — наиболее гибкий и широко используемый способ представления данных, который пригоден для отображения объектов с дискретными (четкими) границами, таких, например, как магазины, улицы, здания и земельные участки (рис. 15).

Точка (*POINT*) описывается парой координат *X* и *Y* (широта и долгота).

Линия или контур (*LINESTRING*, *PATH*) описывается последовательностью парных координат на плоскости. Контур может быть замкнутым (в этом случае координаты первой и последней точки совпадают) и открытым. Эти объекты одномерны и не имеют ширины. К примеру, по контуру дороги, соответствующему ее центральной линии, нельзя определить площадь асфальтового покрытия.

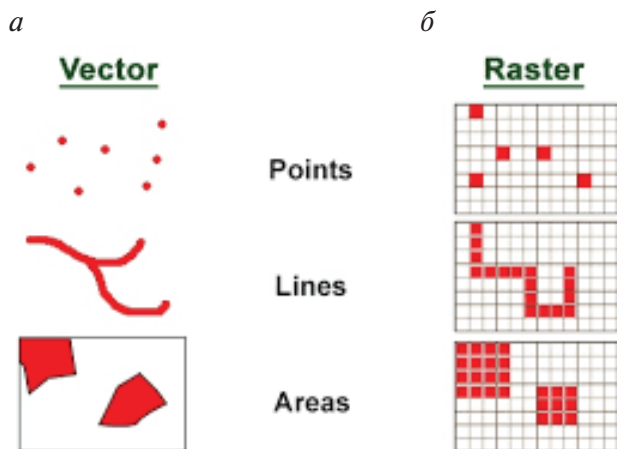


Рис. 15. Векторные (а) и растровые (б) объекты в ГИС (URL: <https://umar-yusuf.blogspot.com/2016/05/working-with-vector-and-raster-data-in.html>)

Полигон (POLYGON) содержит последовательность, аналогичную закрытому контуру на плоскости.

Растр (RASTER) поддерживается специальным видом SQL-баз — PostGIS. Растровые данные отображают мир в виде двумерной сетки, каждая ячейка (пиксель) которой содержит только одно значение, характеризующее объект, соответствующий ячейке растра на местности или на изображении. В качестве такой характеристики может быть код объекта (лес, луг и т. д.), высота или стоимость квадратного метра жилья. Точность растровых данных ограничивается размером ячеек.

Используемые в геоинформационных системах атрибутивные данные характеризуют свойства пространственных объектов и описывающих их документов: принадлежности объекта к определенному типу застройки, собственника, дату утверждения документа и т. п.

Строка (CHAR, CHARACTER) содержит последовательность символов ограниченной длины. При этом могут использоваться различные кодировки, которые определяют, какому коду (двоичному числу) какой символ (знак) соответствует. Наиболее распространенная кодировка для кириллических символов — UTF-8 (Unicode Transformation Format). Символы считаются упорядоченными согласно своим кодам (номерам в кодовой таблице). К значениям этого типа могут применяться операции сравнения (в результате получается логическое значение), сложения, вычитания, перевода в верхний и нижний регистр

и т. п. Элементами данного типа пользуются для записи текстов, любых символьных последовательностей.

Целые числа (INTEGER) — целочисленные значения в диапазоне от  $-2\,147\,483\,648$  до  $2\,147\,483\,647$ . Это подходит во многих случаях, когда не требуются сверхбольшие числа.

Тип пространственных объектов «Числа с плавающей точкой» (REAL, FLOAT4), десятичные дроби, хранит значения с плавающей точкой с точностью равной 8 или менее и 6 знаками после запятой. Существует альтернативный тип (DOUBLE PRECISION, FLOAT8) с двойной точностью, равной 16 и 15 знакам после запятой. Смысл знаков «+» и «-» для вещественных типов совпадает с целыми. Последние незначащие нули справа от десятичной точки игнорируются, поэтому варианты записи: +523.5, 523.5 и 523.500 — представляют одно и то же значение.

Существуют и другие типы, например: DATE — для дат, DATETIME — для календарных дат с указанием времени, MONEY — для обозначения стоимости с точностью до одной десятитысячной денежной единицы, которую они представляют.

На типах данных строятся форматы файлов, используемых в ГИС. К основным векторным форматам, используемым при работе с QGIS, относятся SHP и GeoJSON.

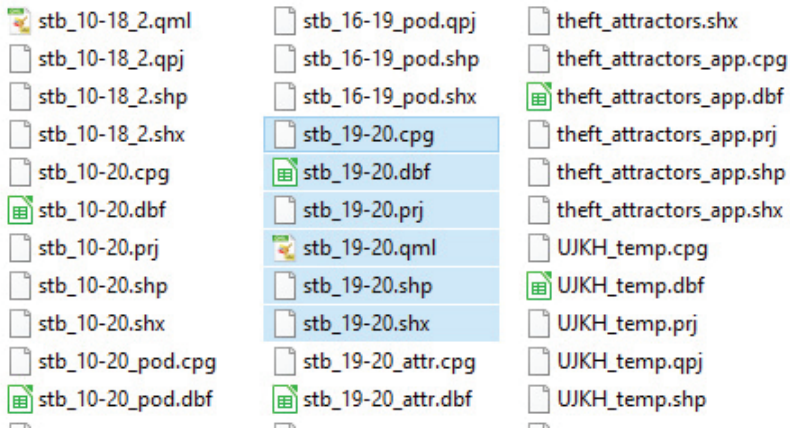


Рис. 16. Коллекция SHP-файлов

Формат SHP (Shape-файл) — это коллекция файлов, обеспечивающих работу одного векторного слоя точек, линий или полигонов с набором атрибутов. Каждый файл в коллекции выполняет свою функ-

цию. Формат был представлен для ArcView GIS в начале 1990-х гг. Из-за своей распространенности, формат часто применяется для обмена данными между разными геоинформационными системами. Коллекция одного слоя может быть представлена разным набором файлов в зависимости от ситуации (рис. 16).

SHP — главный файл коллекции, содержащий информацию о геометрии объектов.

DBF — файл, содержащий атрибутивную информацию пространственных объектов. Представляет собой базу данных dBase II.

SHX — файл связи между файлами.dbf и.shp.

SBN, SBX — файлы пространственных индексов. Ускоряют операции над геометрическими объектами. Формируются автоматически и могут быть удалены без потерь данных (при этом отключается пространственное индексирование).

AIH, AIN — индексные файлы атрибутивных таблиц. Формируются автоматически и могут быть удалены без потерь данных (при этом отключается индексирование в атрибутивных таблицах).

PRJ — файл, содержащий информацию о системе координат и проекции слоя.

QML — файл, содержащий информацию о стиле отображения слоя.

GEOJSON — открытый стандарт обменного формата геопространственных данных, содержащий простые географические объекты и их непространственные атрибуты. Формат основан на языке JavaScript Object Notation (JSON) и использует географическую систему координат World Geodetic System 1984 в десятичных градусах.

Из векторных форматов чаще других в QGIS используются GeoTiff. Это открытый формат метаданных, позволяющий включать информацию о географической привязке в файлы TIFF. Может включать в себя вид картографической проекции, систему географических координат, модель геоида, дату и любую другую информацию, необходимую для точного пространственного ориентирования космического снимка.

Данные о цифровой модели рельефа могут быть представлены в виде растрового формата (часто встречающийся в открытых источниках — HGT) или в виде нерегулярной так называемой TIN-модели (TIN — Triangulated Irregular Network), включающей некоторую совокупность точек с высотными отметками, по которым проведена триангуляция с учетом линий разрыва непрерывности.

## 9. Системы координат и проекции

Системы координат — основа хранения всех пространственных данных. Еще в XVII в. ученые пришли к пониманию, что форма Земли далека от сферической и полюса планеты сплюснуты. Дальнейшие измерения показали, что форма Земли неправильная, грушевидная, сжатая у полюсов и выпяченная на экваторе. В 1873 г. германский физик Иоганн Бенедикт Листинг предложил для описания этой формы термин геоид. Поверхность геоида совпадает с поверхностью морей и океанов в их спокойном состоянии и мысленно продолжается под материками. Эта поверхность принимается за математическую поверхность Земли, или «уровень моря», от которого отсчитывают высоты точек земной поверхности (ортометрические высоты) (рис. 17).

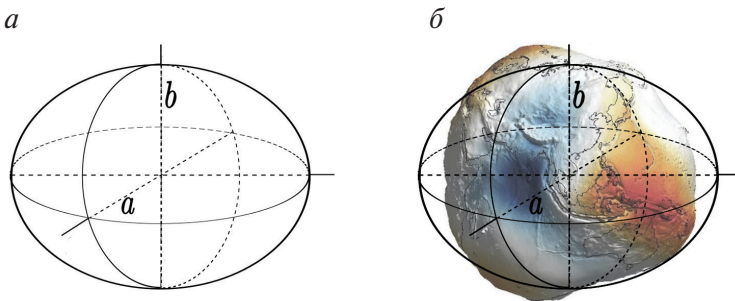


Рис. 17. Двухосный эллипсоид вращения (а) и он же, вписанный в геоид (б) (URL: <https://orsyst.ru/blog17>)

Однако форма геоида весьма сложна и зависит от распределения масс и плотностей в теле Земли. Точно установить положение геоида под материками сложно, поскольку измерения силы тяжести выполняются на физической поверхности Земли, а затем разными приемами редуцируются на поверхность геоида с известной долей неопределенности.

Наиболее удобной из упрощенных моделей геоида является двухосный эллипсоид вращения. Он имеет намного более простую математическую форму по сравнению с другими геоидами, доступен для математических расчетов и не сильно отличается от фактической грушевидной формы Земли. Поверхность геоида отличается от поверхности эллипсоида в пределах 100 м в ту или иную сторону, что гораздо меньше, чем отличия эллипсоида от сферы. Основные параметры



эллипсоида: большая полуось  $a$ , малая полуось  $b$ , полярное сжатие  $(a-b)/a$ .

Во 2-й пол. XX в. данные ДЗЗ позволили определить оптимально соответствующий поверхности Земли эллипсоид, который связывает систему координат с центром масс Земли. Являясь геоцентрическим (глобальным), данный эллипсоид использует центр масс Земли в качестве начала отсчета. Есть несколько вариантов такого эллипсоида, но наиболее широкое использование получил геоцентрический (глобальный) эллипсоид WGS84 (World Geodetic System 1984). Он принят за основу работы спутниковой навигации GPS. Общеземной эллипсоид ориентируется в теле Земли согласно следующим условиям:

- малая полуось должна совпадать с осью вращения Земли;
- центр эллипсоида должен совпадать с центром масс Земли;
- сумма квадратов отступлений геоида от общеземного эллипсоида должна быть по всей Земле наименьшей из всех возможных.

Если глобальный эллипсоид наилучшим образом согласуется с поверхностью геоида в целом, то для описания поверхности Земли на отдельных территориях используют так называемые референц-эллипсоиды, которые наилучшим образом согласуются с геоидом на ограниченной части его поверхности (рис. 18). Для точных работ необходимо учитывать положение локального эллипсоида по отношению к геоиду. Эта базовая информация, необходимая для преобразования координатных систем и картографических проекций, в основе которых лежат различные эллипсоиды. Существует несколько методов преобразований координатных систем. Линейные и угловые смещения референц-эллипсоидов относительно центра масс Земли в англоязычной литературе принято называть словом «Datum», а в отечественной геодезии — геодезические даты.

Кроме математической основы, при определении точек земной поверхности используют геодезическую основу. Она используется для того, чтобы привязать математическую модель глобального эллипсоида к конкретной реальной части этой поверхности в целях обеспечения наибольшей точности измерений именно в этой части поверхности. Элементами геодезической основы являются опорные пункты, определенные в системе геодезических координат, принятой в данном государстве, и координатные сетки, связанные с этими опорными пунктами. Резюмируя, можно сказать, что географическая систе-

ма координат — это совокупность параметров, определяющих форму эллипсоида и его положение в теле Земли.



Рис. 18. Положение референц-эллипсоида по отношению к геоиду и глобальному эллипсоиду

Положение объекта на какой-либо поверхности или в пространстве определяется с помощью угловых или линейных величин, называемых координатами. В системе географических координат положение любой точки земной поверхности относительно начала координат определяется по указанию угловых величин широты и долготы. Географическую систему координат можно изобразить на плоскости в виде сетки с ячейками одинакового размера, где по оси ординат  $Y$  откладывается широта, а по оси абсцисс  $X$  — долгота.

Помимо системы координат, использующей угловые координаты, существуют и другие, позволяющие описывать не только абсолютные положения объектов, но и метрические характеристики (длина, площадь) и отношения с другими объектами в географическом пространстве. Угловые величины не удобны для этих целей, поскольку не имеют стандартной длины: величина градуса в метрах меняется в зависимости от широты местности. Для преодоления этих трудностей, данные переводят из угловых географических координат в прямоугольные спроектированные координаты.

**Спроектированная система координат** — прямоугольная система с началом координат в определенной точке. Спроектированная система координат связана с географической набором специальных фор-

мул — проекцией. Другими словами, **проекция** — это математически выраженный способ отображения поверхности Земли, принятой за эллипсоид, сферу или другие регулярные поверхности, на плоскости (рис. 19).

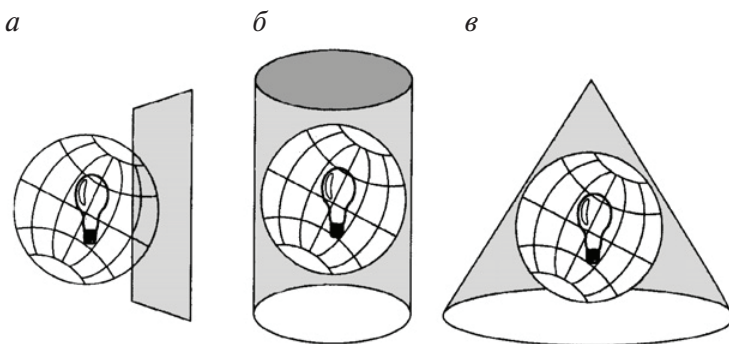


Рис. 19. Азимутальные (а), цилиндрические (б) и конические (в) проекции в зависимости от способа построения картографической сетки (URL: <https://flot.com/publications/books/shelf/rulkov/18.htm>)

Однако даже сведенную к эллипсоиду поверхность Земли нельзя отобразить на плоскости с сохранением всех пространственных отношений одновременно. Любой двумерной карте присуще искажение длин, площадей, углов и форм. Одной из наиболее популярных проекций стала поперечно-цилиндрическая проекция Меркатора (1569), которая до сих пор используется для морских навигационных карт.

В работах по геодезии, топографии и картографии, выполняемых в России, используется так называемый эллипсоид Красовского: начальный пункт — Пулково, превышение геоида над референц-эллипсоидом в начальном пункте равно нулю, принята Балтийская система высот. Счет высот в этой системе ведется от нуля Кронштадтского футштока. При создании карт для регионов Дальнего Востока РФ иногда применяется система высот Охотского моря.

Для топографических карт в России основной является поперечная цилиндрическая равноугольная на касательный цилиндр проекция Гаусса — Крюгера (рис. 20). В мире же чаще используется проекция UTM (Universal Transverse Mercator) на секущий цилиндр. Воображаемый цилиндр, на который происходит проецирование, охватывает земной эллипсоид по меридиану, называемому центральным (осевым) меридианом зоны. Зона — это участок земной поверхности, ограниченный двумя меридианами. Проекция делит земной эллипсоид на 60 зон ши-

риной 6°. Зоны нумеруются с запада на восток начиная с 0°. Территория Свердловской области попадает в 40 и 41 зоны данной проекции (WGS 84 UTM zone 41N).

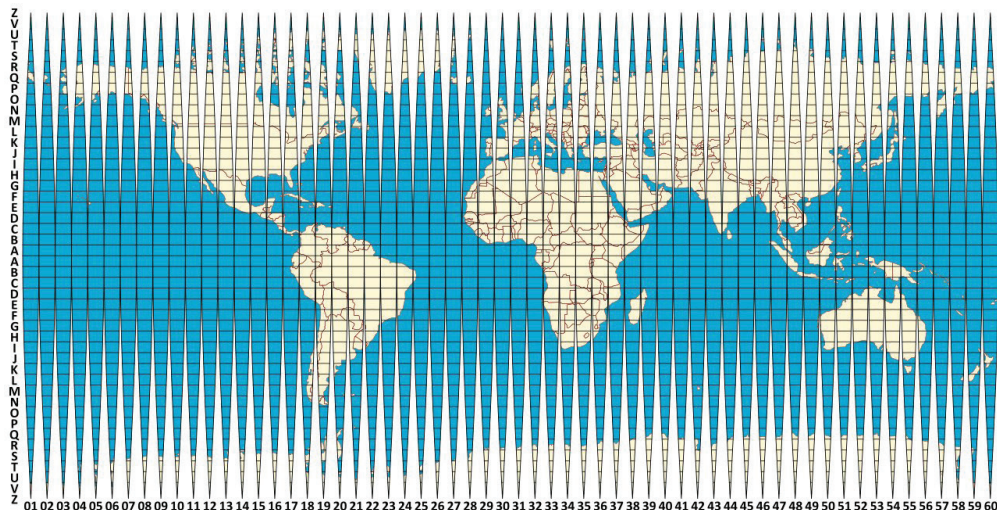


Рис. 20. Меридиональные зоны проекции Гаусса — Крюгера  
(URL: <https://present5.com/voennaya-topografiya-neskolko-illyustracij-karta-azii-1596/>)

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 24.11.2016 № 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы», при осуществлении геодезических и картографических работ используется геодезическая система координат 2011 г. ГСК-2011. Система геодезических координат 1995 г. СК-95 и единая система геодезических координат 1942 г. СК-42 применялась до 1 янв. 2021 г. при выполнении геодезических и картографических работ в отношении материалов (документов), созданных с их использованием.

Параллельно с ГСК-2011 продолжают использоваться местные системы координат, появившиеся во времена СССР. Для Свердловской области это МСК-66 с двумя шестиградусными зонами<sup>18</sup>.

Еще одна система, которая используется в России, — ПЗ-90, параметры Земли 1990 г. Она используется в целях геодезического обе-

<sup>18</sup> Местные системы координат. UTM: <https://geostart.ru/post/312> (дата обращения: 04.08.2021).

спечения орбитальных полетов и решения навигационных задач, в частности, для обеспечения работы глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС. ПЗ-90 заменила предыдущие наборы ПЗ-77 и ПЗ-85 и является альтернативой WGS 84.

## **10. Источники данных для ГИС-проекта**

---

Предложенный ниже перечень является далеко не полным, но он позволяет оценить разнообразие данных, доступных для использования в ГИС-проектах. Каждый проект начинается с получения от заказчика пакета данных и поиска дополнительных платных или бесплатных источников.

В основе любых геоинформационных исследований лежат картографические данные. Важнейшим свободным источником такого типа данных остается ресурс OpenStreetMap — краудсорсинговый проект, куда каждый желающий может вносить изменения в карту и пользоваться сообщая достигнутым результатом. Для того чтобы работать с данными ОSM локально, их необходимо получить в виде набора shp-файлов. Выгрузка файлов по областям РФ доступна через ставший недавно платным сервис компании NextGIS<sup>19</sup>. Менее удобный вариант — через сайт германской компании Geofabrik, портал DivaGIS<sup>20</sup>. Еще один вариант — использовать сервис Overpass-turbo. Он принимает запросы пользователей в соответствии с тегами OSM и отдает данные в формате GeoJSON.

Теги, или пары ключ — значение (key=value) — это способ структурирования информации, используемый при создании карт ОSM. Точки, линии и полигоны, с помощью которых создаются векторные слои, имеют стандартный набор атрибутов, формируемый с помощью тегов (building=apartment, amenity=pharmacy, barrier=gate и т. п.).

Семантика объектов карт ОSM, как правило, небогата. Разумеется, это в значительной степени зависит от выбранного для исследо-

---

<sup>19</sup> NextGIS. Data. URL: <https://data.nextgis.com/ru/?lvl=regions&country=RU> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>20</sup> DIVA-GIS. Download data by country. URL: <http://www.diva-gis.org/gdata> (дата обращения: 10.02.2021).



вания населенного пункта. Здесь работает озвученное ранее правило: чем крупнее город, тем качественнее его цифровой след. Слой OSM, содержащий здания, обычно называется *building-polygon*. В нем единым списком, в котором каждый элемент снабжен уникальным *id*, расположены все здания выбранной для анализа территории (района, города, области). Для большинства жилых зданий в файле будет указано лишь название улицы, номер дома, этажность, материал стен или почтовый индекс. Этого явно недостаточно для анализа (рис. 21).

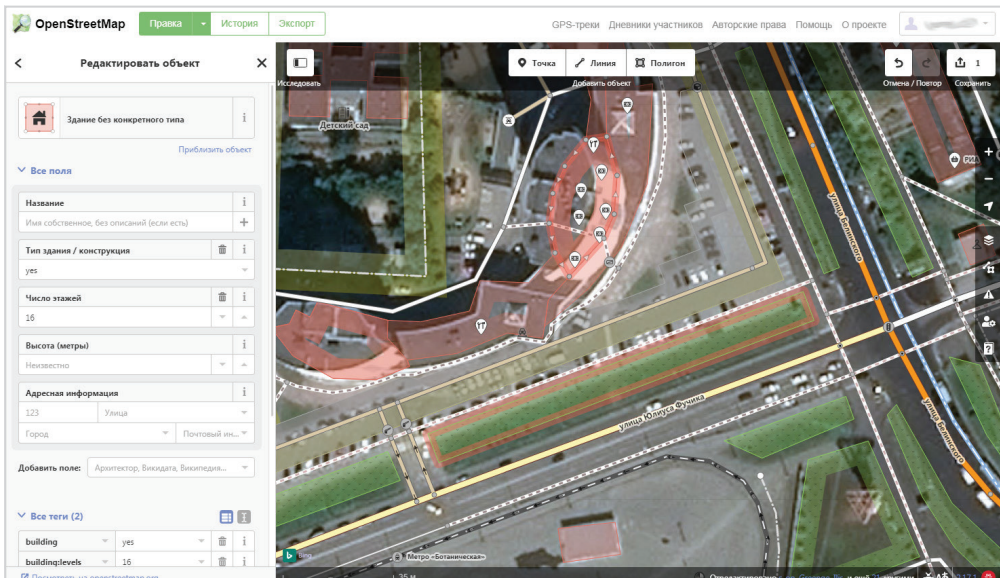


Рис. 21. Атрибуты одного из крупных жилых зданий в Екатеринбурге на карте OSM

В России платной альтернативой данным OSM являются материалы Федерального фонда пространственных данных (ФФПД). В соответствии со ст. 20 Федерального закона от 30.12.2015 № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных...» для обеспечения картографическими данными была создана и обновляется единая электронная картографическая основа (ЕЭКО)<sup>21</sup>. Цифровые топографические карты (ЦТК), являющиеся основой ЕЭКО, распространяются че-

<sup>21</sup> Единая электронная картографическая основа (ЕЭКО): как получить сведения? URL: <https://rosreestr.gov.ru/site/press/news/edinaya-elektronnaya-kartograficheskaya-osnova-eko-kak-poluchit-svedeniya/> (дата обращения: 02.08.2021).

рез портал ФФПД в формате SXF (используется в ГИС «Панорама»), где каждый файл содержит более 300 слоев. К недостаткам ЦТК можно отнести то, что каждый лист содержит файл карты определенного масштаба, а также отсутствует актуализация данных с момента оцифровки (рис. 22).

Кроме ЦТК на сайте «Центра геодезии, картографии и ИПД» можно заказать аналоговые топокарты, ортофотопланы, данные ДЗЗ и аэрофотосъемки, размещение пунктов геодезических сетей. Такое разнообразие данных на одном ресурсе весьма удобно. Вместе с тем созданный сервис предоставляет данные пока что только по договору и на определенный срок, по истечении которого данные необходимо уничтожить, что сильно усложняет любой проект.

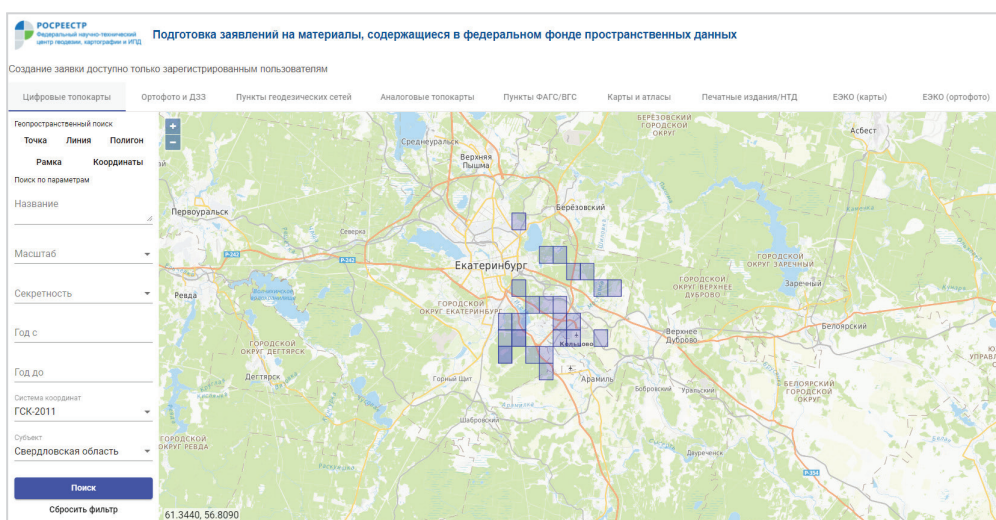


Рис. 22. Интерфейс выбора материалов Федерального фонда пространственных данных России (URL: <https://order.cgkipd.ru/>)

Нельзя сказать, что за рубежом ситуация принципиально отличается от российской в лучшую или худшую сторону. Каждая страна самостоятельно определяет политику распространения пространственных данных. Примечателен в этом отношении пример Великобритании, идущей впереди многих стран по открытости своих данных. На сайте специального картографического агентства The Ordnance Survey<sup>22</sup> можно по откры-

<sup>22</sup> Ordnance Survey/Products. URL: <https://www.ordnancesurvey.co.uk/business-government/products?Product%20type=0/154/173/175> (дата обращения: 03.08.2021).

той лицензии скачать официальные данные для формирования базовой топографической карты в векторном и растровом формате (административные границы, автомобильные и железные дороги, водоемы, леса, топонимы, адреса и почтовые индексы и т.д.), цифровую модель рельефа и даже подключить картографические сервисы к своему проекту.

Поскольку базовые топографические слои содержат относительно немного сведений, любой проект в ГИС нуждается в дополнительных данных. Для проектов на территории РФ в качестве источников часто используют сайты, содержащие сведения о многоквартирных жилых домах. Наибольшую популярность среди подобных ресурсов имеет Реформа ЖКХ. По Свердловской области этот сайт содержит 42 438 записей<sup>23</sup>. Для каждого дома указаны такие параметры, как общая площадь (жилая и нежилая), наибольшая и наименьшая этажность, год постройки, серия, аварийность, количество подъездов и лифтов и многое другое. Обладая такими данными, можно переходить к простейшему анализу городской среды. До 2018 г. данные о многоквартирных домах были представлены на сайте Открытого правительства Свердловской области (29 833 записей), но с 2020 г. Реестр МКД пропал с сайта<sup>24</sup>. По общественным и промышленным зданиям аналогичные ресурсы отсутствуют.

В ситуации, когда необходимо в целях исследования смоделировать историческое состояние застройки, можно воспользоваться специализированными картографическими проектами, нацеленными на визуализацию истории застройки (рис. 23).

Другая возможность при изучении истории городов — воспользоваться старыми растровыми картами. На сайте «Это Место»<sup>25</sup> содержится масса карт, которые с помощью инструментов привязки к системе координат позволяют восстановить расположение исторических объектов по отношению к современной застройке. Параллельное использование данных сайта исторических фотографий<sup>26</sup> дает возможность восстановить ушедший в прошлое ландшафт улиц.

<sup>23</sup> Реформа ЖКХ/Открытые данные. URL: <https://www.reformagkh.ru/opendata?gid=2317157&page=2&pageSize=10> (дата обращения: 03.08.2021).

<sup>24</sup> Открытое правительство Свердловской области. Открытые данные. URL: <http://open.midural.ru/opendata/data?tag=73> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>25</sup> Это Место. URL: <http://www.etomesto.ru/> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>26</sup> Retro Views of Mankinds Habitat. URL: <https://pastvu.com/> (дата обращения: 10.02.2021).

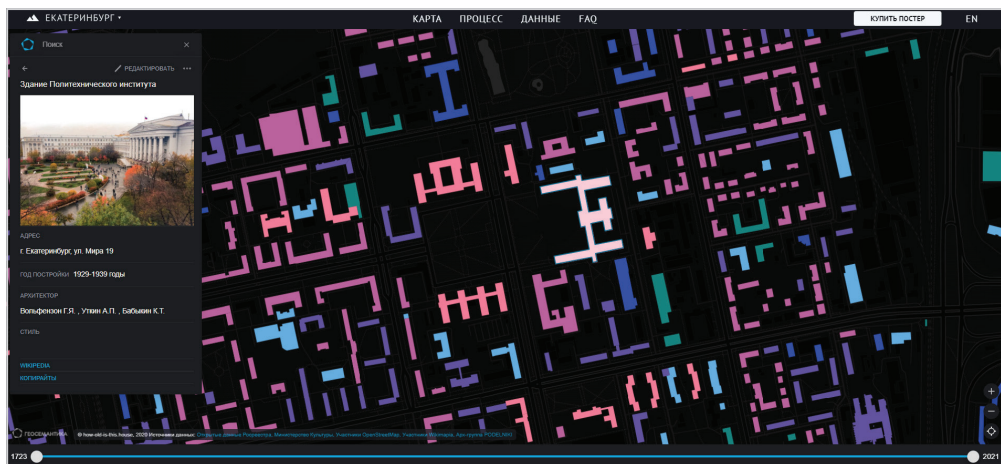


Рис. 23. В рамках проекта «How old is this house» карты, демонстрирующие года застройки нескольких крупнейших городов России (URL: <https://how-old-is-this-house/yeekaterinburg?city=ekb>)

Открытые данные — еще один важный источник информации о городах и территориях. Суть этого понятия состоит в утверждении необходимости свободного, без ограничения авторского права, патентов и иных механизмов контроля, машиночитаемого использования части данных, производимых органами государственной и муниципальной власти. Машиночитаемость, т. е. возможность программной обработки данных файлов, обеспечивается с помощью форматов JSON, XML, CSV и т. п. По состоянию на 2018 г. Россия занимала 13-е место в мире по открытости данных<sup>27</sup>.

Каждый орган государственной или муниципальной власти имеет на своем сайте страничку с открытыми данными. При этом на конец 2019 г., по оценке авторов экспертного доклада Счетной палаты, РФ только четыре российских министерства можно признать полностью открытыми — МВД, Министерство культуры, Минфин и Минэнерго. «Росстат потерял не только доступ к непосредственным данным (они сейчас размазаны по куче госинформсистем), но и роль методолога. И практически все данные, которые касались качества жизни, находятся в ведомственных информационных системах разного типа. Как правило, от органов власти, которые их держат, очень трудно добыть-

<sup>27</sup> Open Data Barometer. URL: [https://opendatabarometer.org/?\\_year=2017&indicator=ODB](https://opendatabarometer.org/?_year=2017&indicator=ODB) (дата обращения: 10.02.2021).



ся статистики... Попробуйте найти в России качественную статистику здравоохранения с детальностью до муниципалитета, качественную статистику образования с детальностью до муниципалитета!..»<sup>28</sup>. «Эксперты охарактеризовали ситуацию в России как “инерционную открытость”. Формально госорганы публикуют большие информативные массивы. Но нередко они оказываются малосодержательными, запутанными или представляют данные в некорректном формате и с усложненной структурой. Встречаются и пустые, символические наборы данных»<sup>29</sup>, бесполезные. В других странах ситуация часто не лучше. В качестве положительных примеров можно привести порталы открытых данных Москвы<sup>30</sup> и Нью-Йорка<sup>31</sup>.

На государственных открытых данных строится множество общественных проектов, позволяющих гражданам отслеживать изменение разных аспектов развития общества. Таков, например, сайт проекта «ГосЗатраты»<sup>32</sup>. Другой пример — проект «Декларатор»<sup>33</sup>, содержащий постоянно пополняемую базу деклараций о доходах и имуществе публичных должностных лиц: депутатов, чиновников, судей, представителей региональной и муниципальной власти, госкорпораций и госкомпаний. Проект призван нивелировать существующие недостатки в открытости этих данных:

- каждое ведомство делает это на собственном сайте;
- не существует единого формата для публикации деклараций;
- иногда информация удаляется вскоре после публикации.

Федеральная служба государственной статистики, или «Росстат», несмотря на многие недостатки, традиционно является источником базовой информации о состоянии территорий. С помощью сервисов сайта можно получить, например, данные о динамике строительства жилья, бюджетах или показателях развития регионов и отдельных му-

<sup>28</sup> Бизнес-онлайн. «Росстат надо ликвидировать либо делать суперведомством». 2019. URL: <https://www.business-gazeta.ru/article/427423> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>29</sup> РБК. Эксперты Счетной палаты признали прозрачными лишь четыре министерства. URL: <https://www.rbc.ru/economics/05/06/2019/5cf65bac9a7947c873d7fa90> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>30</sup> Портал Открытых данных Правительства Москвы. URL: <https://data.mos.ru/> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>31</sup> New York Open Data. URL: <https://data.cityofnewyork.us/browse?q=apartment> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>32</sup> Госзатраты. URL: <https://clearspending.ru/> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>33</sup> Декларатор. URL: <https://declarator.org/about/> (дата обращения: 10.02.2021).



ниципалитетов<sup>34</sup> (рис. 24). Впрочем, часто эти данные имеют пропуски по годам и отдельным показателям. Другим важным источником федеральной статистики является Единая межведомственная информационно-статистическая система<sup>35</sup>.

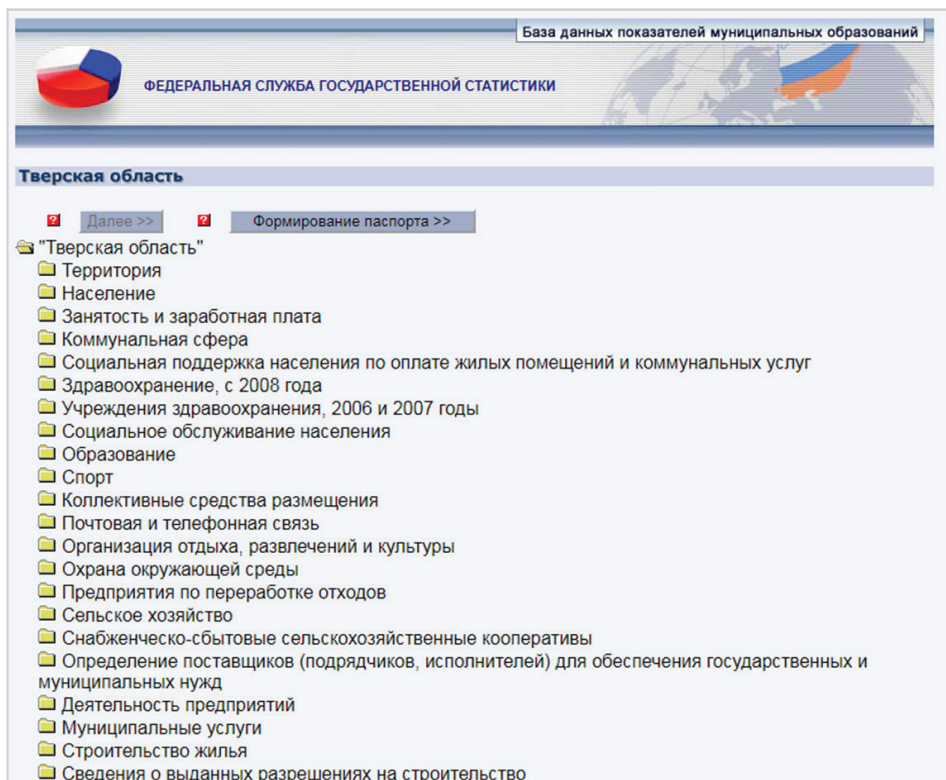


Рис. 24. Интерфейс формирования паспорта муниципальных образований на сайте Росстата (URL: <https://gks.ru/dbscripts/munst/munst65/DBInet.cgi>)

Часть статистических данных по регионам РФ сведена в официальные реестры. К таким относится Федеральный реестр заключений СЭС<sup>36</sup>, где есть, например, адресная информация о размещении

<sup>34</sup> Федеральная служба государственной статистики. База данных показателей муниципальных образований. URL: [https://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/bd\\_munst/munst.htm](https://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm) (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>35</sup> Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/emiss> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>36</sup> Реестр санитарно-эпидемиологических заключений на проектную документацию. URL: <http://fp.crc.ru/doc/?type=max> (дата обращения: 10.02.2021).

базовых станций сотовой связи, Федеральный реестр трудоустройства выпускников вузов<sup>37</sup>, Государственный сводный реестр лицензий на торговлю алкоголем<sup>38</sup>, Перечень выданных разрешений на ввод в эксплуатацию объектов капитального строительства<sup>39</sup> или Реестр работодателей Свердловской области<sup>40</sup>.

Важные сведения о муниципалитете (даже отсутствующие в официальной статистике муниципалитета) можно почерпнуть из его Стратегии развития<sup>41</sup>, инвестиционного паспорта или перечней муниципального имущества<sup>42</sup>. В субъектах РФ и муниципалитетах, имеющих собственные геопорталы, часть этих ресурсов может быть использована для получения исходных данных без необходимости использования специальных знаний в сфере парсинга. Таков портал г. Самары<sup>43</sup> (рис. 25). Большая часть геопорталов предназначена исключительно для публикации данных. Список геопорталов РФ представлен на сайте GisGEO<sup>44</sup>.

<sup>37</sup> Министерство образования и науки РФ. Реестр трудоустройства выпускников. URL: [http://vo.graduate.edu.ru/passport#/?items=65&slice=6&year=2015&year\\_monitoring=2016](http://vo.graduate.edu.ru/passport#/?items=65&slice=6&year=2015&year_monitoring=2016) (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>38</sup> Федеральная служба по регулированию алкогольного рынка. Государственный сводный реестр лицензий. URL: <https://fsrar.gov.ru/opendata/7710747640-reestr/> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>39</sup> Министерство строительства и развития инфраструктуры Свердловской области. Реестр выданных разрешений на ввод в эксплуатацию объектов капитального строительства. URL: <https://minstroy.midural.ru/article/show/id/1238> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>40</sup> Интерактивный портал Департамента по труду и занятости населения Свердловской области. Реестр работодателей. URL: <https://www.szn-ural.ru/employer/?Okato=129218&ShowWithoutVacancies=False&ShowProvidingQuota=False&Sort=13&PageSize=10&Grid-sort=&Grid-page=1&Grid-pageSize=50&Grid-group=&Grid-filter=> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>41</sup> Администрация муниципального образования «Город Саратов». СТРАТЕГИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД САРАТОВ». URL: <http://www.saratovmer.ru/strategy/> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>42</sup> Администрация города Тюмени. URL: [http://www.tyumen-city.ru/vlast/administration/departaments/depar\\_imusch/napravleniya/arenda/pereceny-municipalnogo-nedvijimogo-imusestva-sostavliusego-municipalynuu-kaznu-goroda-tumeni-svobodnogo-ot-prav-tretyih-lic-predlagaemogo-dli-sdaci-v-arendu-bezvoz](http://www.tyumen-city.ru/vlast/administration/departaments/depar_imusch/napravleniya/arenda/pereceny-municipalnogo-nedvijimogo-imusestva-sostavliusego-municipalynuu-kaznu-goroda-tumeni-svobodnogo-ot-prav-tretyih-lic-predlagaemogo-dli-sdaci-v-arendu-bezvoz) (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>43</sup> Муниципальный геопортал Самары. URL: [https://map.samadm.ru/layers/SM\\_590\\_45/](https://map.samadm.ru/layers/SM_590_45/) (дата обращения: 03.08.2021).

<sup>44</sup> GISGeo. URL: [http://gisgeo.org/gisportal/open\\_data\\_geoportals.html](http://gisgeo.org/gisportal/open_data_geoportals.html) (дата обращения: 10.02.2021).

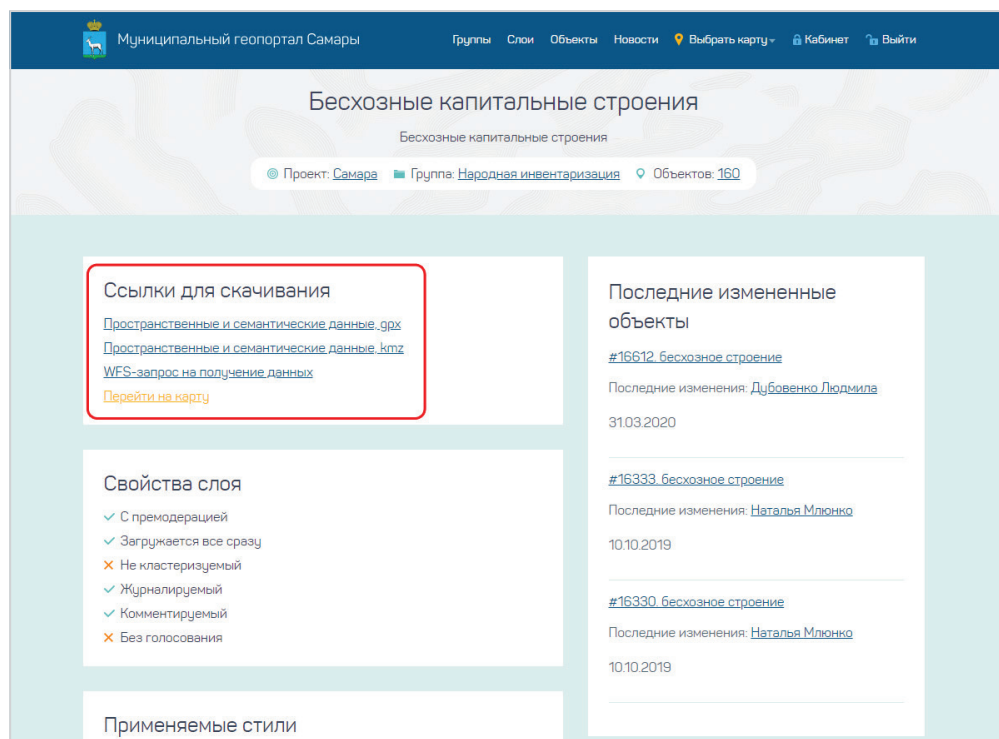


Рис. 25. Геопортал г. Самары (URL: [https://map.samadm.ru/layers/SM\\_590\\_110/](https://map.samadm.ru/layers/SM_590_110/))

API, программный интерфейс приложений, является не источником данных, а широко распространенным способом, позволяющим получать доступ к данным сервисов. Суть работы с API состоит в отправке особым образом структурированных запросов на сервер и получения ответов в одном из машиночитаемых форматов. Один из наиболее качественных в России порталов пространственных данных для территорий — портал Открытых данных правительства Москвы, имеет такой инструмент<sup>45</sup> (рис. 26).

Социальные сети, как правило, имеют широкий перечень методов API для использования данных. У разработчиков есть возможность скачать все публично доступные «стены» групп, данные о пользователях, содержание размещенных публикаций, фотографии, прикрепленные к этим материалам геотеги и т. п. Эти данные становятся ценным ис-

<sup>45</sup> Портал открытых данных Правительства Москвы. URL: <https://data.mos.ru/> (дата обращения: 03.08.2021).

точником в руках специалистов по прикладной лингвистике. Существующие программы способны извлекать информацию о событиях разного типа, лицах, локациях, времени и т. п.

**API Портала открытых данных** | Получить ключ | Документация | Условия использования | Вход | English version

	Получить ключ	Документация	Условия использования
<i>orderby</i>	string	Пример: <i>orderby</i> = "Caption", <i>orderby</i> = "Number desc".	
<i>filter</i>	string	Поддерживает операторы протокола OData v2.0 ( <a href="https://www.odata.org/documentation/odata-version-2-0/uri-conventions/">https://www.odata.org/documentation/odata-version-2-0/uri-conventions/</a> ).	
<i>foreign</i>	boolean	"true" - возвращает список англоязычных наборов данных; "false" - возвращает список русскоязычных наборов данных (значение по умолчанию).	

**Версия API**

**Использование API-ключа**

**Список наборов данных**

**Получение информации о наборе данных**

**Структура набора данных**

**Получение количества строк**

**Получение номера актуальной версии и релиза**

**Получение иконок и маркера набора данных**

**Содержимое набора данных**

**Геоданные набора данных**

**Примеры запросов в Postman**

**Запрос:**

```
GET https://apidata.mos.ru/v1/datasets?skip=1&stop=1&inlinecount=allpages
```

**Ответ:**

```
{
  "Items": [
    {
      "Id": 495,
      "versionNumber": 3,
      "ReleaseNumber": 1,
      "Caption": "Кинотеатр",
      "categoryId": 162,
      "DepartmentId": 8,
      "PublishDate": "11.10.2013",
      "FullDescription": "...",
      "Keywords": "культура, шек, премьера, сериал, ретроспектива, кинофестиваль, кинофестиваль, мультфильм, расписание кино, кинофильм, фильмы, кинотеатры, кино в Москве, кинотеатры Москвы по станции метро, куда сходить в кино, список кинотеатров, кинотеатры Москвы, московское кино, кино",
      "ContainsGeoData": true,
      "ContainsAccenData": true,
      "IsForeign": false,
      "IsSeasonal": false,
      "Season": "0",
      "IsArchive": false,
      "IsNew": false,
      "LastModifiedDate": "22.01.2016",
      "SelfUrl": "7719028495-kinoteatry",
      "IdentificationNumber": "7719028495-MovieTheaters"
    }
  ],
  "Count": 682
}
```

Параметры указанные выше применимы и для POST запроса списка наборов данных.  
Для получения проекции данных в теле запроса необходимо перечислить требуемые для вывода атрибуты через запятую.

**Пример запроса с проекцией данных:**

**Запрос:**

```
POST https://apidata.mos.ru/v1/datasets?stop=1
[ "Id", "Caption", "SelfUrl" ]
```

Рис. 26. Фрагмент документации API портала открытых данных Правительства Москвы (URL: <https://apidata.mos.ru/Docs>)

Наконец, необходимо сказать о парсинге — технологии не вполне законной, но так или иначе используемой всеми специалистами по работе с данными. Содержание интернет-магазинов и сайтов с объявлениями, подобными «Авито», информационных сервисов вроде 2 ГИСа, даже поисковая выдача Google или Yandex становятся доступными благодаря использованию специальных программ. Использование таких данных помогает получить информацию о географии пешеходных улиц, где расположено большинство торговых точек, ориентированных на пешеходов (овощи, фрукты, ремонт обуви и т. п.), или на уровень жизни в разных кварталах города (благодаря интерполяции данных о стоимости квадратного метра в новостройках по карте города).

## 11. Высшее образование в сфере ГИС и геоинформатики

---

Высшее образование в сфере ГИС и геоинформатики доступно во множестве вузов России. Соответствующие курсы входят в программы подготовки по таким специальностям, как география, землепользование, кадастр, компьютерные технологии, экология и природопользование, экономика и управление. При этом на 2019 г. только три магистратуры в РФ по специальности 07.04.04 «Градостроительство» включили геоинформатику в перечень своих образовательных дисциплин.

В Высшей школе урбанистики при ВШЭ по направлению подготовки «Градостроительство» реализуется магистерская программа «Управление пространственным развитием городов». «Это одна из первых в России магистерских программ, гармонично объединяющих научно-исследовательский подход в урбанистике и практические аспекты городского планирования и управления. Программа направлена на подготовку специалистов в области пространственного развития городов и градостроительного зонирования. Выпускники будут способны работать в системе государственного и муниципального управления, в области девелопмента, градостроительного консалтинга, транспортного планирования и инфраструктурного развития»<sup>46</sup>.

В институте дизайна и урбанистики при Университете ИТМО геоинформатика преподается в рамках магистерской программы «Умный город и урбанистика»<sup>47</sup> (рис. 27).

С 2019 г. в институте строительства и архитектуры УрФУ, в рамках магистратуры «Городское строительство и развитие инфраструктур», обучающиеся получают первичные навыки использования десктопных ГИС.

Существуют и иные способы получения профессиональных навыков в сфере ГИС и геоинформатики, подходящих в качестве дополнительного образования. Каждый программный продукт достаточно хорошо документирован, чтобы его можно было осваивать самостоя-

---

<sup>46</sup> Высшая школа экономики. Магистерская программа «Управление пространственным развитием городов». URL: <https://www.hse.ru/ma/urban/> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>47</sup> Университет ИТМО. Паспорт программы «Умный город и урбанистика». URL: <https://abit.itmo.ru/program/14592/> (дата обращения: 10.02.2021).



тельно. Желаящие могут воспользоваться перечнем общедоступных для самообразования курсов, приведенным на платформе GisLab<sup>48</sup>, или, столкнувшись со сложной задачей, поискать ответ и запросить помощь сообщества на одном из форумов StackExchange<sup>49</sup>.

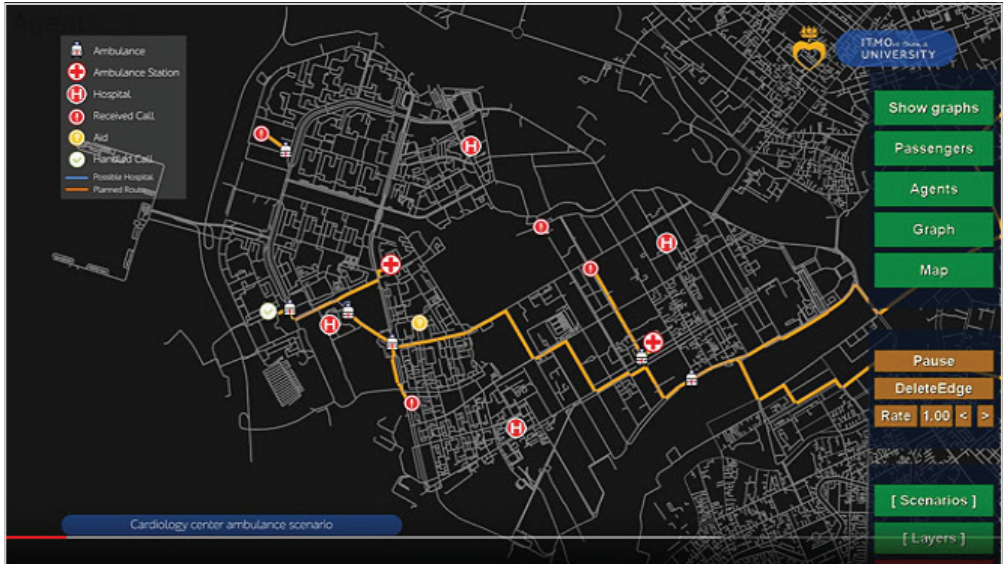


Рис. 27. Проект ИТМО «Оптимизация процесса управления флотом машин скорой помощи в Санкт-Петербурге» (URL: <https://actcognitive.org/posts/74/optimizatsiya-sistemy-upravleniya-flotom-mashin-skoroy-pomoshchi-v-sankt-peterburge>)

<sup>48</sup> Образовательные онлайн-курсы по геоинформатике и смежным областям знаний. URL: <https://wiki.gis-lab.info/w/> (дата обращения: 10.02.2021).

<sup>49</sup> Stack Exchange. URL: <https://gis.stackexchange.com/> (дата обращения: 10.02.2021).

## ТЕСТЫ

---

Тесты составлены на основе теоретического материала разд. А и предназначены для закрепления знаний студентов перед переходом к практическим занятиям. Ответы на предложенные для самоконтроля тестовые вопросы размещены в конце пособия.

1. Появление каких технологий в XXI в. значительно ускорило формирование цифрового следа городов:
  - а) дистанционное зондирование Земли;
  - б) web 2.0;
  - в) распределенные ГИС?
2. Специалисты каких сфер деятельности на сегодня определяют развитие технологий Умного города:
  - а) архитекторы и градостроители;
  - б) муниципальные управляющие;
  - в) инженеры и программисты?
3. Назовите основные блоки программного комплекса Crime Telescope:
  - а) сбор данных, извлечение сущностей, предсказание преступлений, визуализация, веб-интерфейс;
  - б) поиск источников, визуализация, векторизация растровых данных, геокодирование;
  - в) извлечение сущностей, геокодирование, статистический анализ пространственных данных, веб-интерфейс.
4. Что обозначают термином «открытые данные»:
  - а) неструктурированные, разнородные, необработанные данные;
  - б) коллекцию взаимосвязанных данных;
  - в) машиночитаемые данные, предназначенные для свободного использования и распространения?

5. Какие сложности связаны с использованием разного ГИС ПО в рамках одной организации или муниципалитета:
  - а) необходимость обеспечения разных прав доступа к базам данных;
  - б) необходимость экспорта — импорта из формата в формат;
  - в) использование разной терминологии для описания пространственных данных?
6. Какие основные функции выполняют программы ведения ГИСОГД:
  - а) анализ пространственных данных;
  - б) загрузку, хранение и выдачу градостроительной документации и документов территориального планирования;
  - в) поиск, систематизацию и хранение данных, необходимых для создания градостроительной документации?
7. В чем состоит наиболее существенная разница между данными, используемыми в ГИСОГД и ПО геомаркетинга:
  - а) в частоте обновления и разнообразии данных;
  - б) способе статистической обработки данных;
  - в) открытости данных для публичного использования?
8. Какие сферы развития городов легче всего интегрируются с создаваемыми системами Умного города:
  - а) демография, медицина и образование;
  - б) благоустройство, озеленение, историческое наследие;
  - в) транспорт, инженерные сети, безопасность?
9. Какая проекция обычно используется для создания топографических карт в России:
  - а) Гаусса — Крюгера;
  - б) поперечно-цилиндрическая Меркатора;
  - в) эллипсоид Красовского?
10. Что такое API:
  - а) векторный формат пространственных данных;
  - б) программный интерфейс приложения;
  - в) первая коммерческая версия ГИС?
11. В каких странах были предприняты первые попытки разработать ГИС:
  - а) Японии, СССР, Великобритании;
  - б) СССР, Франции, США;
  - в) Швеции, Канаде, США?

12. С прогрессом в какой сфере связано появление первых общедоступных полнофункциональных ГИС:
  - а) в сфере производства недорогих персональных компьютеров;
  - б) сфере развития сети Интернет;
  - в) сфере открытия программы GRASS для бесплатного пользования?
13. Какие типы ГИС различают по способу взаимосвязи программных алгоритмов с исходными данными:
  - а) распределенные, локальные и универсальные ГИС;
  - б) профессиональные и настольные ГИС;
  - в) клиент-серверные, настольные и веб-ГИС?
14. Каковы основные функции универсальных ГИС:
  - а) импорт, экспорт, хранение, обработка различных форматов и типов данных, графическое редактирование, возможность подключения модулей;
  - б) хранение и обработка данных, поддержка многочисленных приложений, векторизация картографического материала, работа с большим числом внешних устройств;
  - в) ввод, манипулирование, управление данными, визуализация?
15. Какие источники пространственных данных предоставляют данные в векторном формате:
  - а) Росстат, OpenStreetMap, «Реформа ЖКХ»;
  - б) OpenStreetMap, Ordnance Survey, Федеральный фонд пространственных данных;
  - в) Федеральный фонд пространственных данных, «Реформа ЖКХ»?
16. В каких программах реализована интеграция ГИС и BIM:
  - а) Graphisoft ArchiCAD, Civil 3D;
  - б) ArcGIS Desktop, AutoCAD InfraWorks, Autodesk-ArcGIS Connector;
  - в) AutoCAD InfraWorks, QuantumGIS?
17. Алгоритмы каких ранее существовавших ГИС интегрированы в программу QGIS:
  - а) GRASS, ARC/INFO;
  - б) ODYSSEY GIS, ARC/INFO;
  - в) SAGA, GRASS?

18. На каких языках программирования реализована большая часть модулей (плагинов) к QGIS:
- а) C+, Python, R;
  - б) Perl, PHP, Python;
  - в) Java, C+, PHP?
19. Каково назначение SBN-, SBX-файлов в составе комплекта SHP:
- а) первый отвечает за хранение векторной, второй — растровой информации;
  - б) это индексные файлы атрибутивных таблиц;
  - в) это файлы пространственных индексов, ускоряющие операции над геометрическими объектами?
20. В каком виде хранится атрибутивная информация геометрических объектов SHP-коллекции:
- а) в виде базы данных dBase;
  - б) в виде баз данных семейства SQL;
  - в) в SHP-коллекции отсутствует атрибутивная информация?



## **РАЗДЕЛ Б.**

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО QGIS**

---

#### **Практическая работа № 1. Редактирование векторных слоев и создание растровых карт**

---

**Цель работы** — изучение интерфейса программы QGIS.

В результате выполнения этого задания обучающиеся осваивают несколько базовых операций, необходимых для создания собственного ГИС-проекта, редактирования стилистики векторных слоев и создания карт на их основе. Задания выполняются на основе выданных преподавателем векторных слоев, сохраняемых для последующей работы. Для выполнения заданий используется программа QGIS 3.4.4 или более поздняя стабильная версия.

**Задачи работы:**

- изучить элементы интерфейса и их назначение;
- научиться подключать плагины;
- научиться настраивать систему координат проекта;
- научиться настраивать символику стиля векторного слоя;
- научиться создавать макеты карт и настраивать их элементы.

QuantumGIS — свободная кросс-платформенная универсальная ГИС, состоящая из настольной и серверной части. QGIS Desktop — настольная ГИС для создания, редактирования, визуализации, анализа и публикации геопространственной информации. Существуют также QGIS Server и QGIS Web Client — серверные приложения для публикации в сети проектов, созданных в QGIS Desktop.

## Задание 1. Создание проекта, установка системы координат и единиц измерения

**Шаг 1.** Запустить программу QGIS.

**Шаг 2.** Поскольку большая часть учебников, руководств пользователя и материалов интернет-форумов с обсуждениями особых случаев использования программы существует на английском языке, для удобства пользования программой необходимо установить ее английский интерфейс. Для этого на панели управления необходимо выбрать вкладку **Установки**, в ней выбрать **Параметры**.

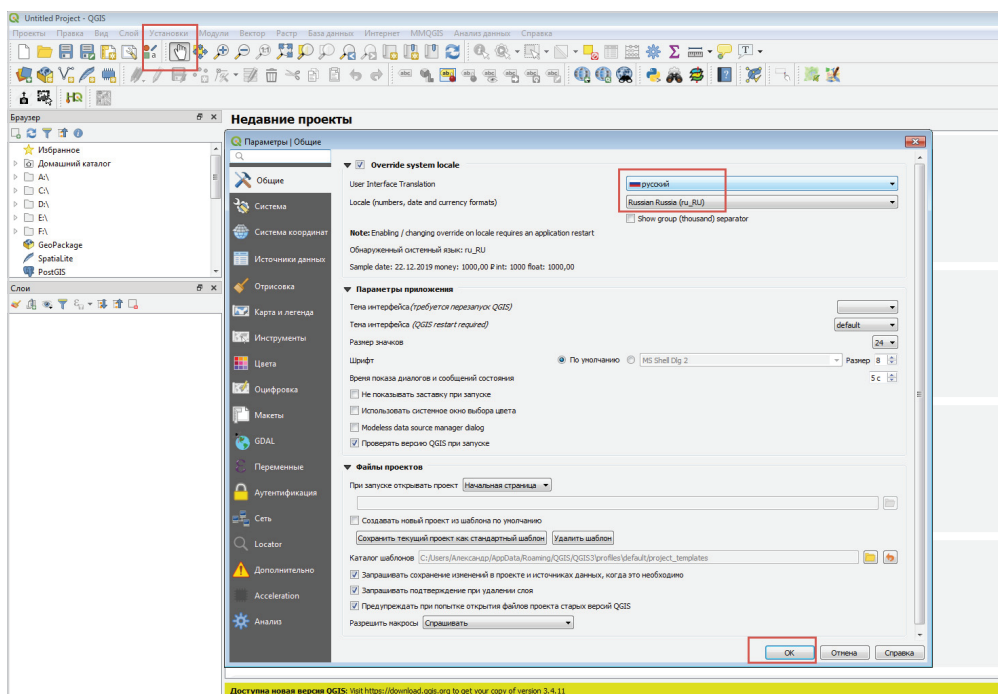


Рис. 2.1. Окно Параметры

В разделе **User Interface Translation** (рис. 2.1) необходимо **Русский** заменить на **American English**. Следите, чтобы в разделе **Locale (numbers, date and currency format)** была указана строка **Russian Russia (ru\_RU)**. Чтобы изменения вступили в силу, программу необходимо перезагрузить.

**Шаг 3.** Нажав на кнопку **New Project**, создайте новый проект (рис. 2.2).

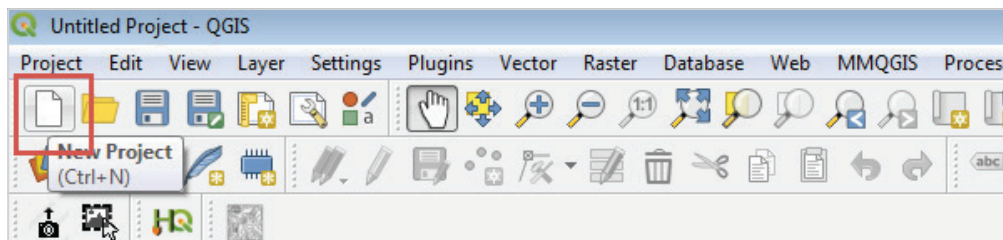


Рис. 2.2. Создание нового проекта

**Шаг 4.** Узнайте правильную систему координат для вашего проекта.

Чтобы узнать, какая система координат (CRS) должна применяться к той территории, которая является предметом анализа или проектирования в вашем случае, можно воспользоваться онлайн-сервисом **LatLong.net**<sup>50</sup>. Он позволяет по широте и долготе точки определить правильную систему координат UTM (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Определение зоны в системе координат

<sup>50</sup> LatLong.net. URL: <https://www.latlong.net/lat-long-utm.html> (дата обращения: 05.08.2021).

На карте сервиса поставьте точку на месте нужного вам города, а потом нажмите кнопку **Convert**. Система укажет нужную вам **UTM Zone**. В данном случае мы выбираем Екатеринбург и получаем значение **41V**.

**Шаг 5.** Установите систему координат проекта. Для этого в нижнем правом углу окна программы QGIS найдите кнопку с символом глобуса. В нем будет указана присвоенная вашему проекту по умолчанию система координат **WGS 84 EPSG:4326**. Это World Geodetic System 1984 и ее код по базе данных систем координат, поддерживаемый организацией The International Association of Oil & Gas Producers, чье старое название European Petroleum Survey Group (рис. 2.4).

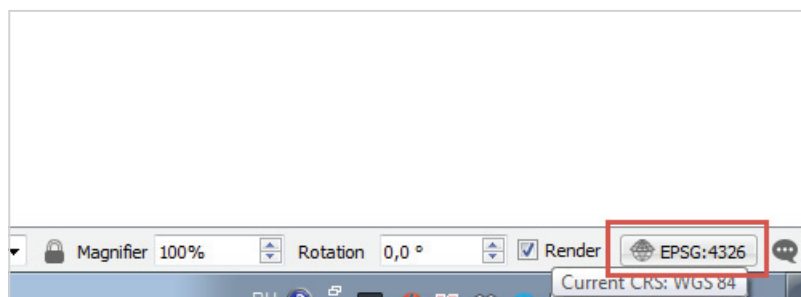


Рис. 2.4. Отражение системы координат проекта

Нажмите на кнопку. На панели редактирования систем координат (рис. 2.5) найдите окно **Filter** и введите в него полученное ранее значение **UTM-41**. Программа отфильтрует из списка систем координат для различных зон земной поверхности наиболее подходящие вам варианты. Из предложенных необходимо выбрать **WGS 84/UTM zone 41N EPSG:32641** (для северного полушария планеты) и нажать **Ok** внизу панели. Никаких других настроек менять не нужно.

**Шаг 6.** Сохраните проект. Для этого в главном меню нужно выбрать вкладку **Project** (рис. 2.6, а), нажать на кнопку **Save as** и выбрать папку для размещения файла проекта.

**Шаг 7.** Проверьте правильность установленных единиц измерения проекта. Для этого выберите в главном меню вкладку **Project — Properties** (рис. 2.6, б).

В открывшейся панели **Project Properties** (рис. 2.7) необходимо выбрать раздел **General** и там проверить содержание вкладки **Measurment**. В случае необходимости выставить значение **Units for**

**distance measurment — Meters и Units for area measurment — Square meters**  
**СООТВЕТСТВЕННО.**

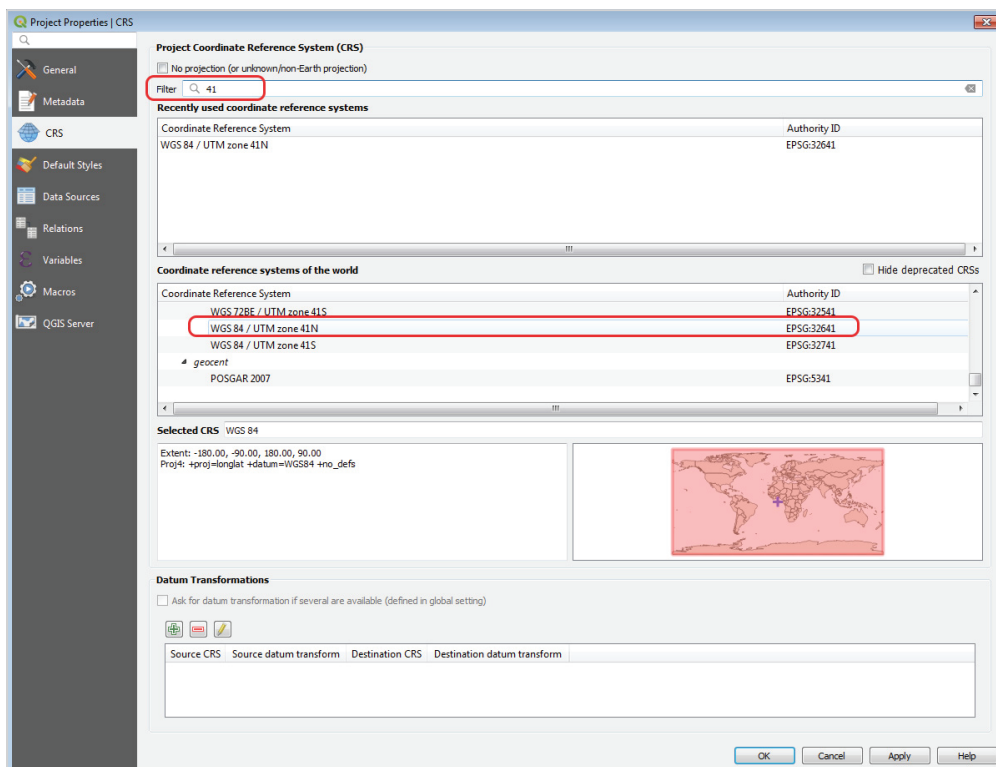


Рис. 2.5. Окно **Project Properties**, вкладка систем координат

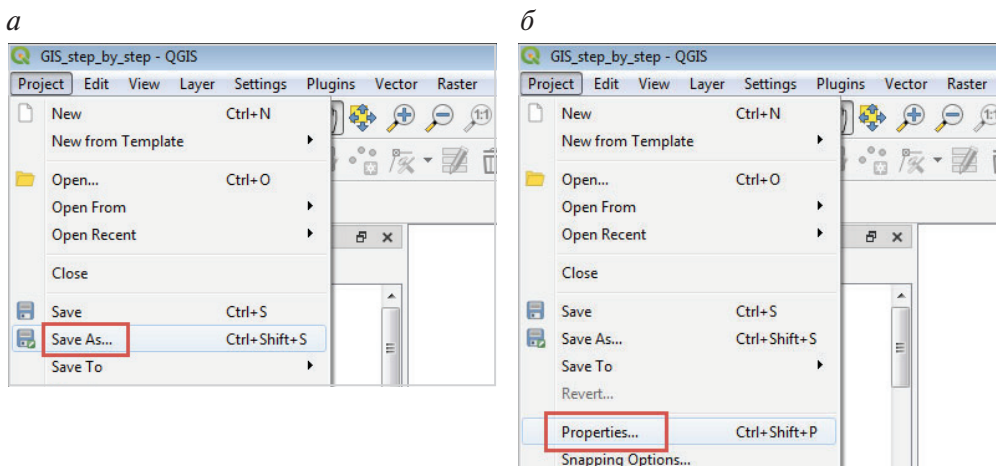


Рис. 2.6. Вкладка **Project** главного меню программы



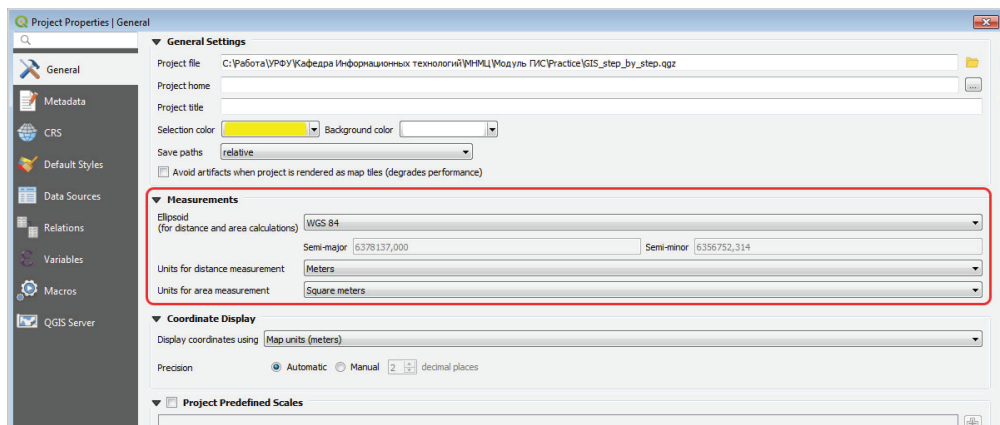


Рис. 2.7. Раздел **General** вкладки **Project Properties**

## Задание 2. Подключение плагинов Quick Map Services, QuickOSM, OSM Downloader

Для выполнения различных задач, в программе QGIS используются добавочные модули — плагины, которые создаются и поддерживаются как по инициативе различных организаций, так и частных лиц.

**Шаг 1.** Для возможности использования плагинов в проекте необходимо в главном меню найти вкладку **Plugins** и нажать кнопку **Manage and Install Plugins** (рис. 2.8).

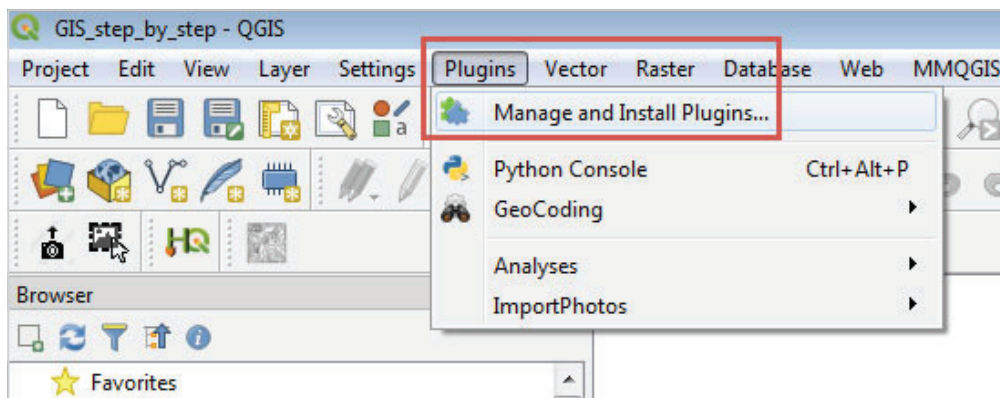


Рис. 2.8. Расположение инструмента **Manage and Install Plugins**

В открывшейся панели, во вкладке **All** (рис. 2.9), вы увидите перечень всех плагинов QGIS, доступных на официальном репозитории программы. Для облегчения поиска необходимых плагинов **QuickMapServices**, **Quick OSM** и **OSM Downloader** необходимо воспользоваться фильтром в верхней части панели. Нажмите кнопку **Install plugin/Upgrade plugin** для установки или обновления плагина.



Рис. 2.9. Рабочее окно инструмента **Manage and Install plugin**

**Шаг 2.** В главном меню найдите новую вкладку **Web**, в ней выберите **QuickMapServices — OSM — OSM Standard** (рис. 2.10). Это позволит вам подключить к проекту ваш первый слой, основанный на картах **Open Street Map** (рис. 2.11).

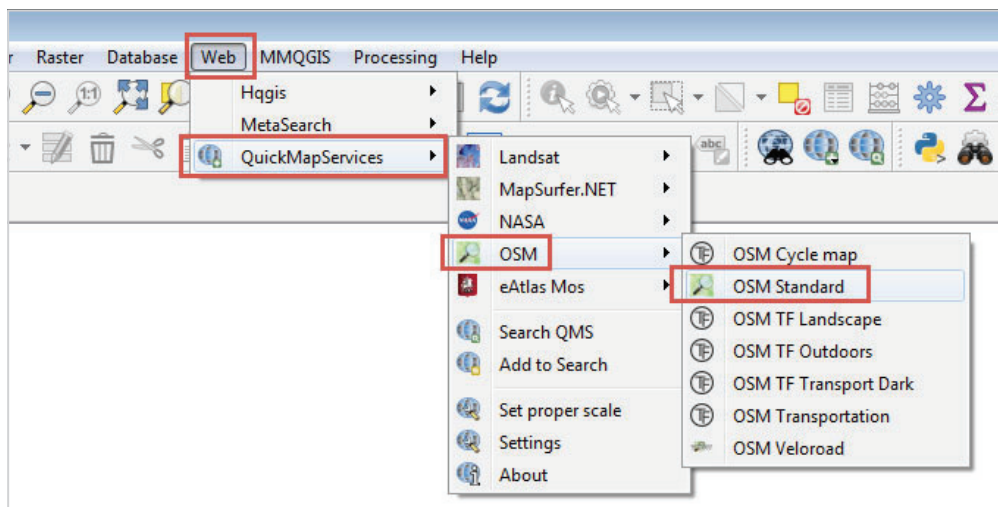


Рис. 2.10. Расположение инструмента подложки **OSM Standard**

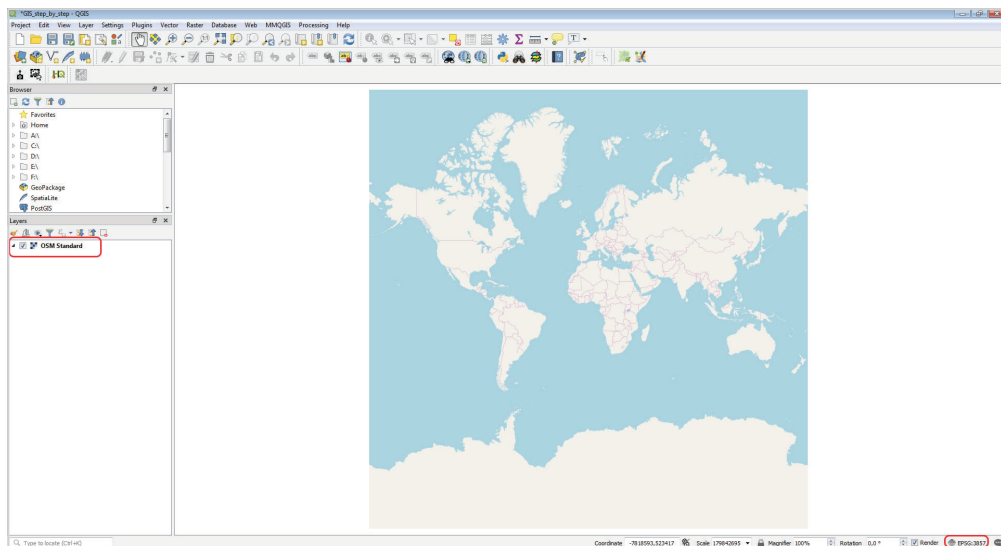


Рис. 2.11. Пример загрузки слоя OSM

После загрузки слоя OSM необходимо проверить ранее установленную систему координат проекта и при необходимости установить ее вновь. Для работы со слоем OSM требуется стабильное подключение к сети Интернет, поскольку фрагменты карты подгружаются по ходу изменения масштаба отображения. Этот слой недоступен для редактирования и будет использоваться для визуальной проверки правильности загруженных позже слоев и в качестве справочного материала. При работе с другими слоями, для ускорения процесса, его рекомендуется отключать, сняв выделение в списке слоев.

**Шаг 3.** Установите плагины **Quick OSM** и **OSM Downloader** так же, как описано выше. Для использования **Quick OSM** вам необходимо найти его во вкладке **Vector** главного меню. Этот плагин используется для быстрой загрузки элементов карты **OSM** по запросу **key=value** (рис. 2.12).

Для использования плагина **OSM Downloader** найдите на панели атрибутов появившуюся там кнопку. Этот плагин используется для загрузки всех слоев карты OSM в проект, но может быть использован только для небольших фрагментов (рис. 2.13).

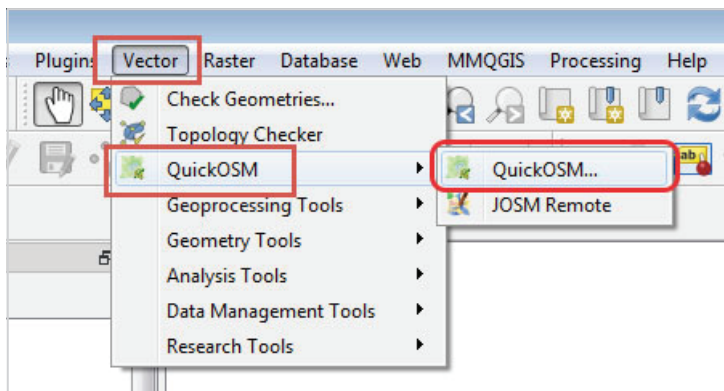


Рис. 2.12. Расположение плагина Quick OSM

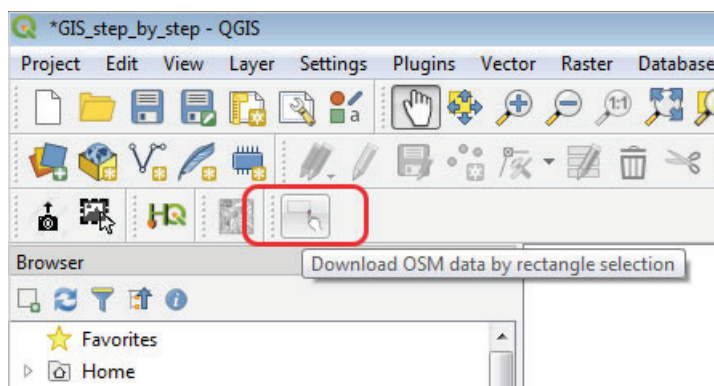


Рис. 2.13. Иконка плагина OSM Downloader на панели инструментов

### Задание 3. Подключение набора базовых векторных слоев и подрезка их по полигону

**Шаг 1.** Для подключения векторных слоев к проекту, в главном меню выберите **Layer — Add layer — Add Vector layer** (рис. 2.14).

На открывшейся панели диалога загрузки файлов необходимо проверить, что для загружаемых файлов установлена кодировка UTF8, позволяющая программе корректно обрабатывать строчные данные на кириллице. Далее из папки проекта, содержащей исходные наборы данных в формате SHP, необходимо выбрать слои **building-polygon, highway-line, landuse-polygon, poi-pont, railway-line, vegetation-polygon, water-line, water-polygon** и нажать кнопку **Add** (рис. 2.15).

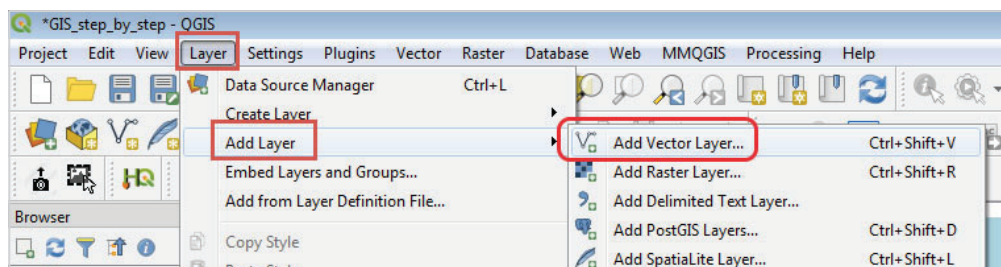


Рис. 2.14. Расположение инструмента добавления векторных слоев

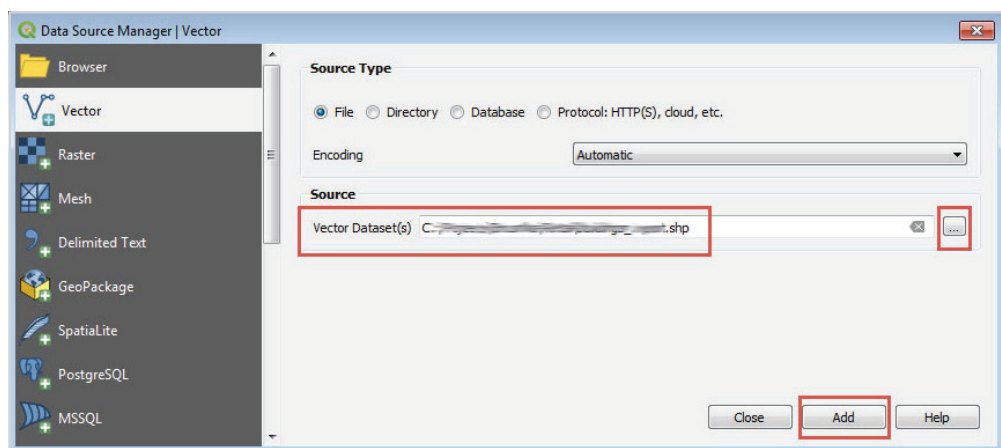


Рис. 2.15. Диалоговое окно загрузки векторного слоя

**Шаг 2.** Пользуясь колесиком мыши, приблизьте загруженные слои. Вы увидите векторные слои для полигонов, линий и точек. Полигональные слои отражают расположение зданий, типы землепользования, леса и фрагменты городского озеленения, озера и иные водные объекты. Линиями изображены железные дороги, дороги, реки. Точками изображены POI, «места притяжения» — магазины, школы, киоски и иные подобные объекты. Благодаря наличию слоя OSM, можно убедиться, что все слои расположены там, где им положено (в данном случае в Свердловской области).

**Шаг 3.** В левой части экрана вы видите перечень загруженных слоев, которые вы можете отображать, по желанию снимая и возвращая значки выделения, а также менять слои местами (рис. 2.16). Расположите их в следующем порядке сверху вниз: **POI, highway, railway, building, landuse, vegetation, water-line, water-polygon**. При необходимости переместите карту, зажимая колесико мышки (рис. 2.17).



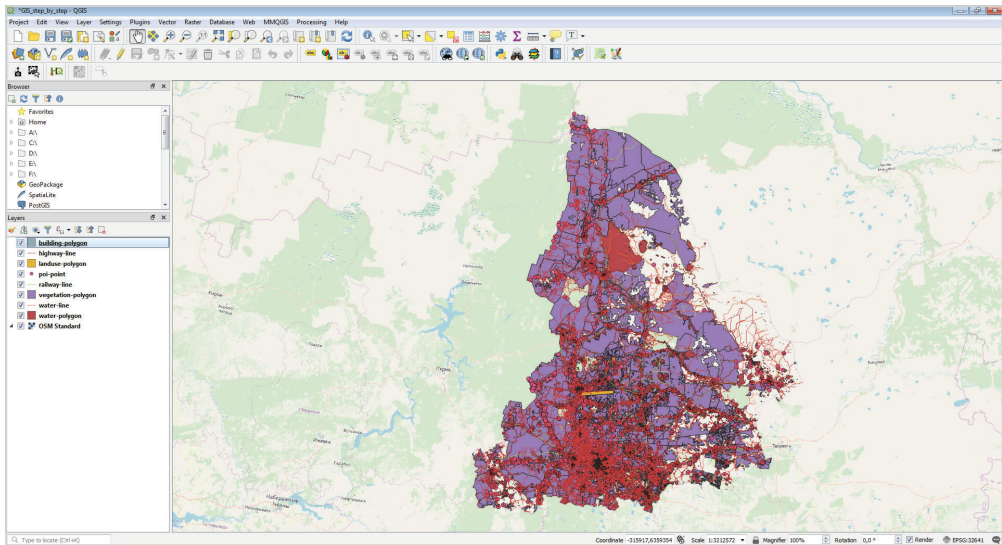


Рис. 2.16. Рабочее окно QGIS с загруженными слоями

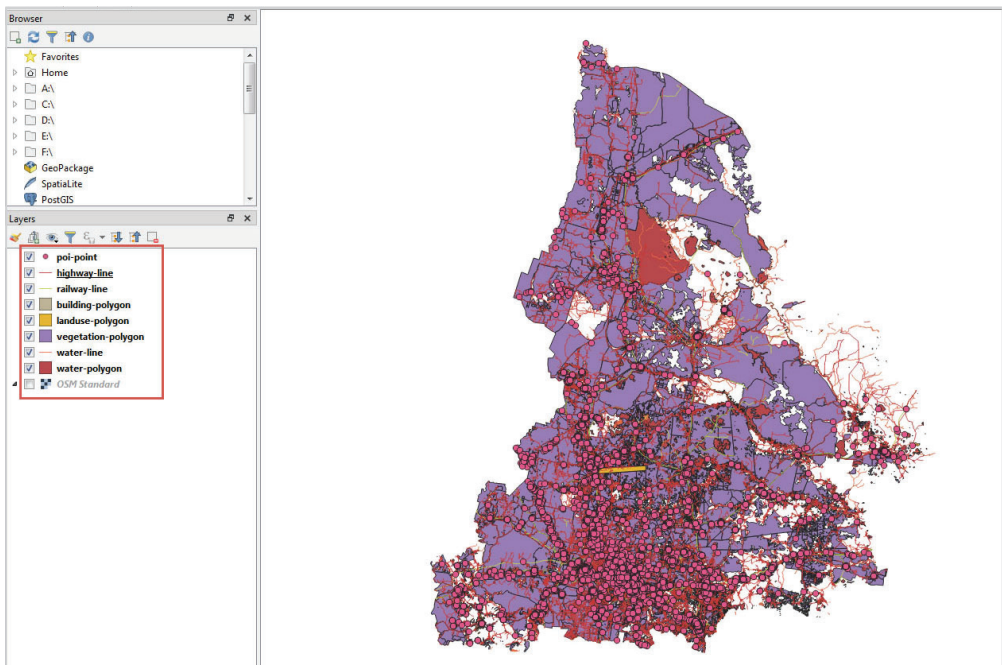


Рис. 2.17. Упорядоченное расположение векторных слоев в списке

**Шаг 4.** Откройте свойства загруженного слоя **buildings** (рис. 2.18). Это можно сделать двойным кликом мыши по названию слоя в списке.

Убедитесь в том, что кодировка слоя — **UTF8**. Обратите внимание, что система координат слоя может отличаться от системы координат проекта. Программа способна сходу перепроецировать слои с иной CRS.

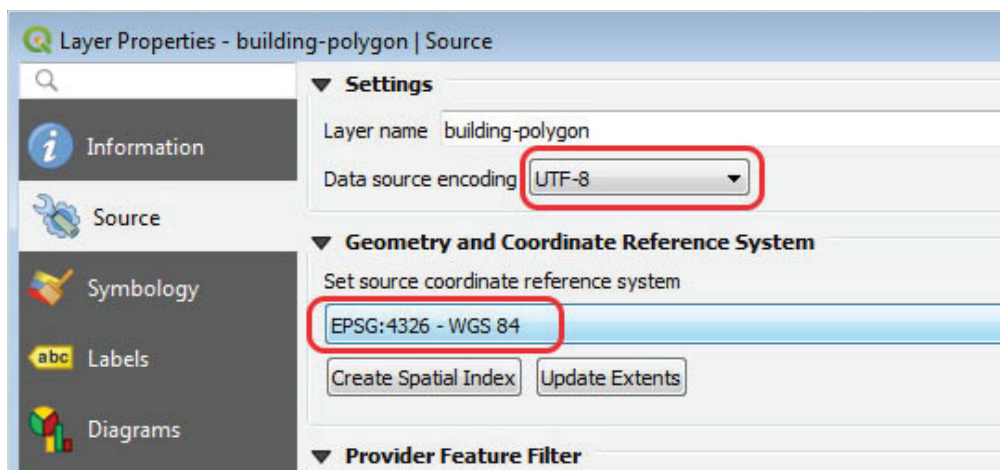


Рис. 2.18. Вкладка **Source** свойств векторного слоя

**Шаг 5.** Уменьшите масштаб карты и определите необходимый для целей вашего проекта фрагмент. В нашем случае — это город Екатеринбург с ближайшими спутниками (Среднеуральск, Верхняя Пышма, Березовский, Арамил, Горный Щит). Поскольку для целей проекта вам в большинстве случаев будет нужна только часть исходных слоев, необходимо обрезать лишние пространственные данные. Для этого надо создать новый полигональный слой подрезки. В главном меню найдите вкладку **Layer**, далее выберите **Create Layer — New Shapefile layer** (рис. 2.19).

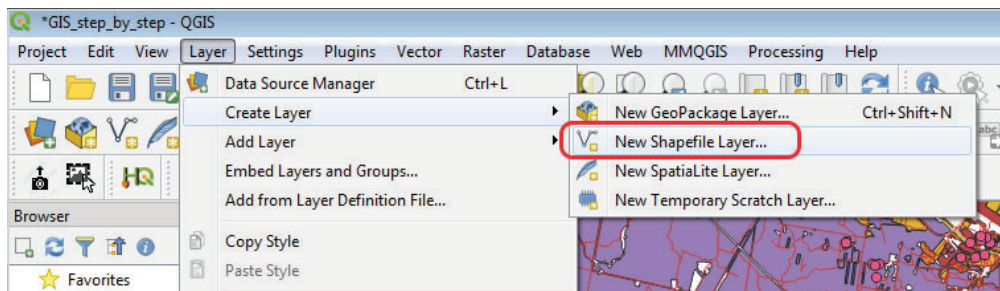


Рис. 2.19. Расположение инструмента создания нового SHP-слоя

**Шаг 6.** На панели создания нового файла укажите его местоположение и название, проверьте правильность указания кодировки и типа геометрии (рис. 2.20). Для обрезки других слоев понадобится полигон. Обратите внимание, что CRS слоя может совпадать с CRS карты или отличаться от него, но в любом случае программа сразу же перепроецирует его. Укажите название слоя (под этим именем он будет отображаться в общем списке слоев). Также обратите внимание на возможность назначить колонки для таблицы атрибутов нового слоя и тип данных в них. После того как вы нажмете кнопку **ОК**, программа создаст новый полигональный слой.

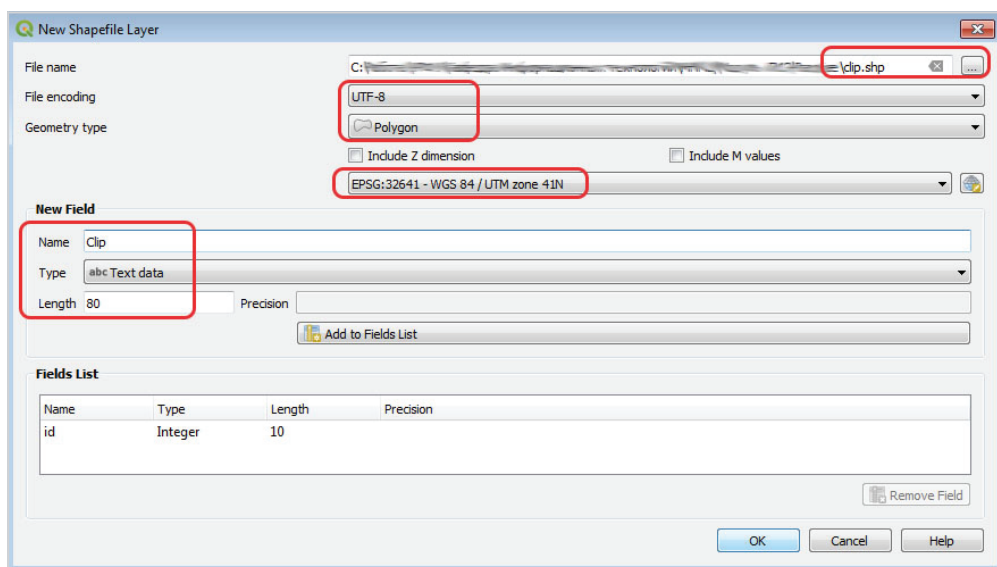


Рис. 2.20. Диалоговое окно **New Shapefile Layer**

**Шаг 7.** Выберите созданный слой в списке, найдите на панели инструментов кнопку с карандашом желтого цвета **Toggle Editing**. Она включает режим редактирования слоя. Нажмите ее (рис. 2.21).

**Шаг 8.** После включения режима редактирования становятся активными кнопки, расположенные справа от кнопки **Toggle Editing**. Нажмите на кнопку **Add Polygon** и задайте левой клавишей мыши углы полигона так, чтобы он охватывал необходимую вам область. В программе QGIS по умолчанию не соблюдается прямоугольность построения полигонов. При необходимости можно подключить существующий для этого плагин **CadTools**. Обозначив четвертый угол полигона,

завершите создание полигона, нажав на правую кнопку мыши. В появившемся окне задайте ID созданного элемента (рис. 2.22).

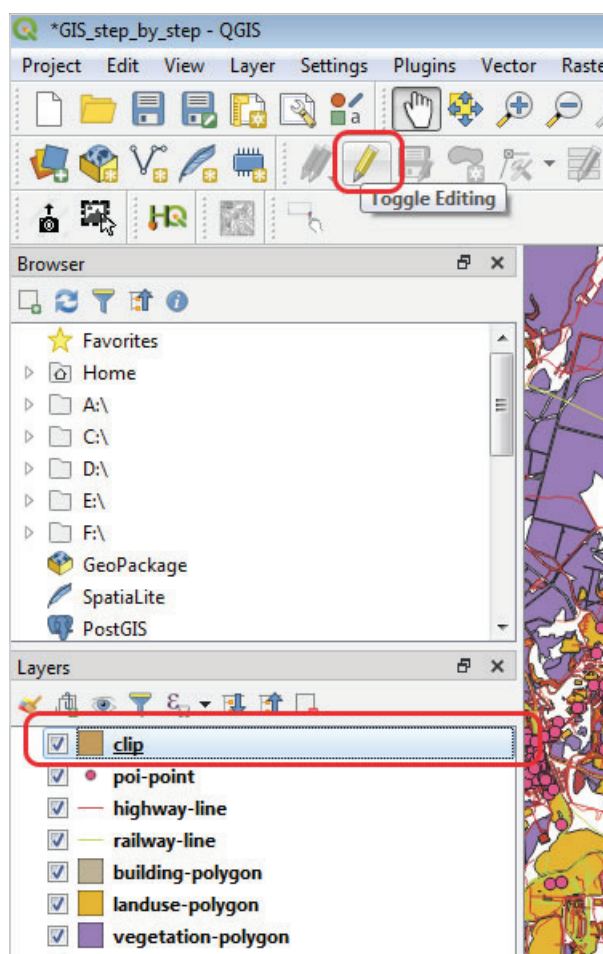


Рис. 2.21. Браузер источников данных и список слоев проекта QGIS

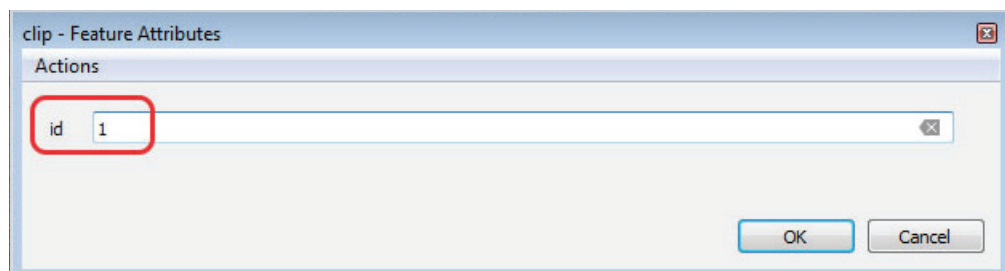


Рис. 2.22. Диалоговое окно атрибутов нового элемента

**Шаг 9.** При необходимости корректировки геометрии полигона воспользуйтесь инструментом **Vertex Tool**. Затем сохраните изменения в слое и закройте его редактирование, повторно нажав на кнопку **Toggle Editing** (рис. 2.23).

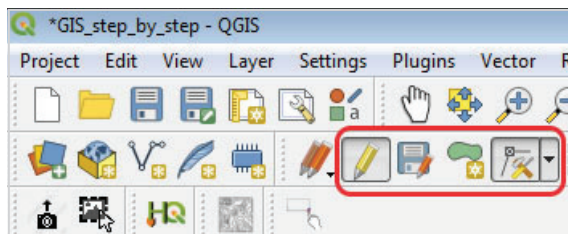


Рис. 2.23. Расположение инструментов редактирования векторного слоя

**Шаг 10.** Осуществите обрезку слоя **POI-point** по созданному прямоугольнику. Для этого в главном меню, во вкладке **Vector**, выберите инструмент **Geoprocessing tools — Clip** (рис. 2.24).

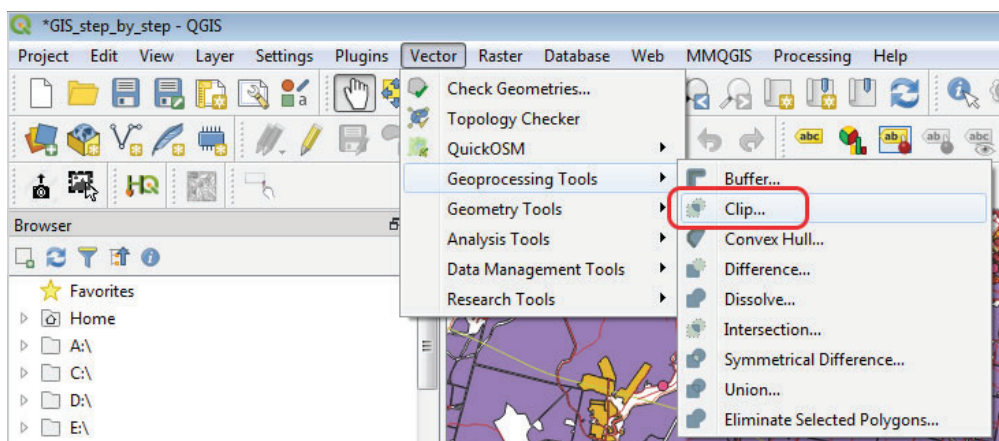


Рис. 2.24. Расположение инструмента **Clip**

**Шаг 11.** Убедитесь, что в рабочем окне инструмента в качестве **Input layer** указан точечный слой **POI-point**, а слой с полигоном подрезки — как **Output layer**, и запускайте процесс (рис. 2.25). Результатом подрезки является временный слой, автоматически получающий название **Clipped**.

**Шаг 12.** Полученный слой с точками является временным, и его необходимо сохранить как постоянный файл формата SHP для даль-



нейшего использования в практических заданиях. Для этого необходимо выделить его в списке слоев, а затем в главном меню, во вкладке **Layer**, выбрать кнопку **Save as** (рис. 2.26).

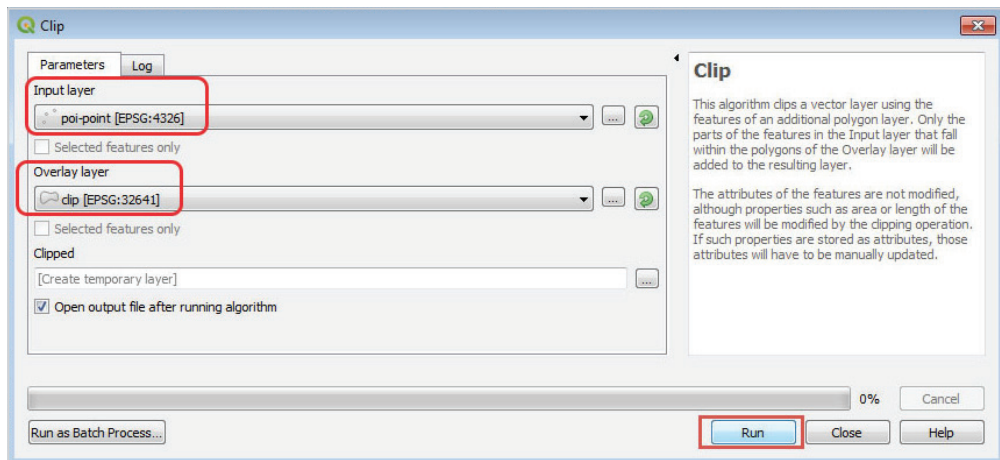


Рис. 2.25. Диалоговое окно инструмента **Clip**

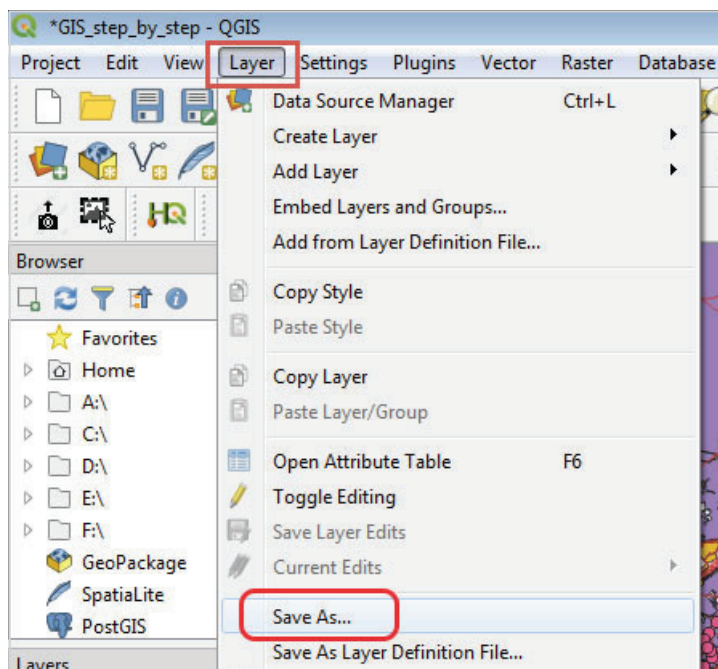


Рис. 2.26. Расположение инструмента **Save as**

В открывшейся панели создания нового файла выберите его расположение, укажите имя. Проверьте, чтобы стояла кодировка **UTF8** и была выбрана опция добавления нового слоя на карту (рис. 2.27).

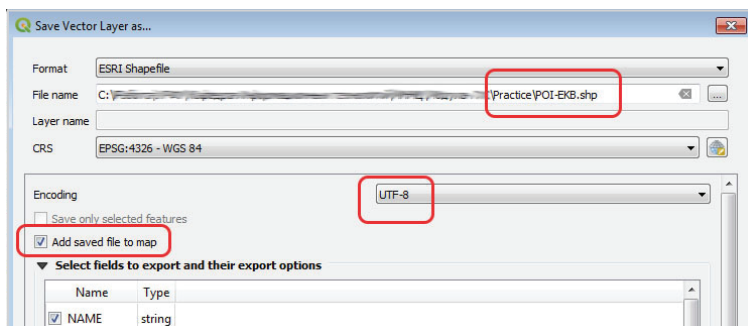


Рис. 2.27. Диалоговое окно **Save Vector Layer as...**

**Шаг 13.** Удалите из проекта временный файл **Clipped** и исходный слой **poi-point**. Затем повторите шаги 10–13 для всех исходных слоев, после чего можете удалить слой с полигоном подрезки. Теперь ваша карта должна выглядеть примерно так (рис. 2.28).

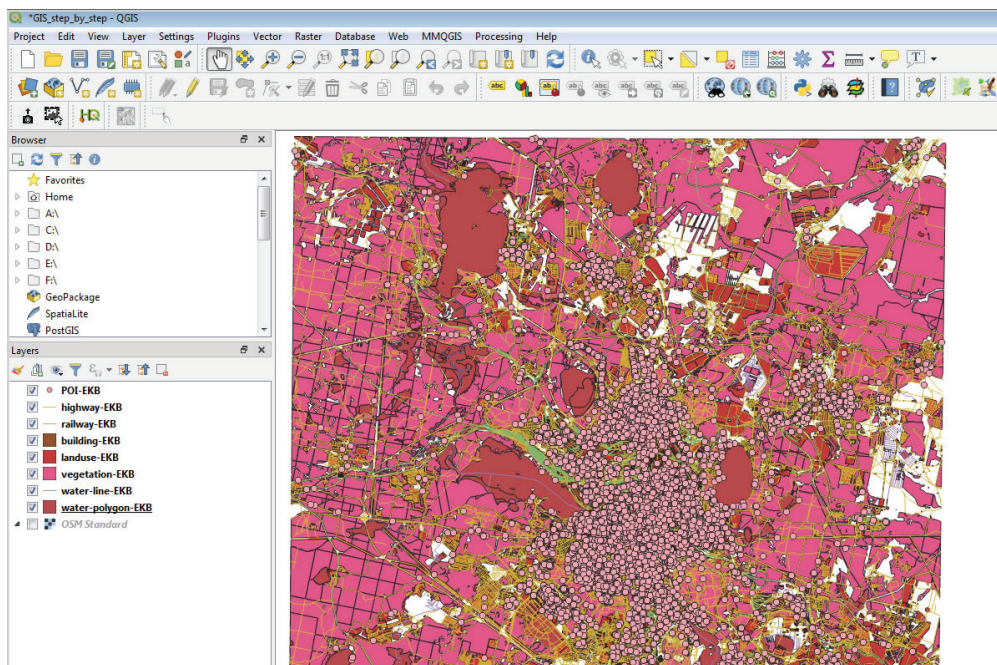


Рис. 2.28. Векторные слои после подрезки

## Задание 4. Редактирование свойств базовых слоев

До сих пор программа автоматически назначала цвет, толщину линий, размеры точек и другие графические параметры карты. Настроим стили отображения слоев так, чтобы их можно было использовать в качестве подосновы аналитических схем. Эта задача требует такой настройки слоев, при которой элементы (здания, дороги, леса), с одной стороны, можно легко разглядеть и отличить друг от друга, с другой — их цвета не помешают последующему добавлению новых слоев с аналитическими данными. Сделаем традиционную темно-синюю подложку (рис. 2.29).

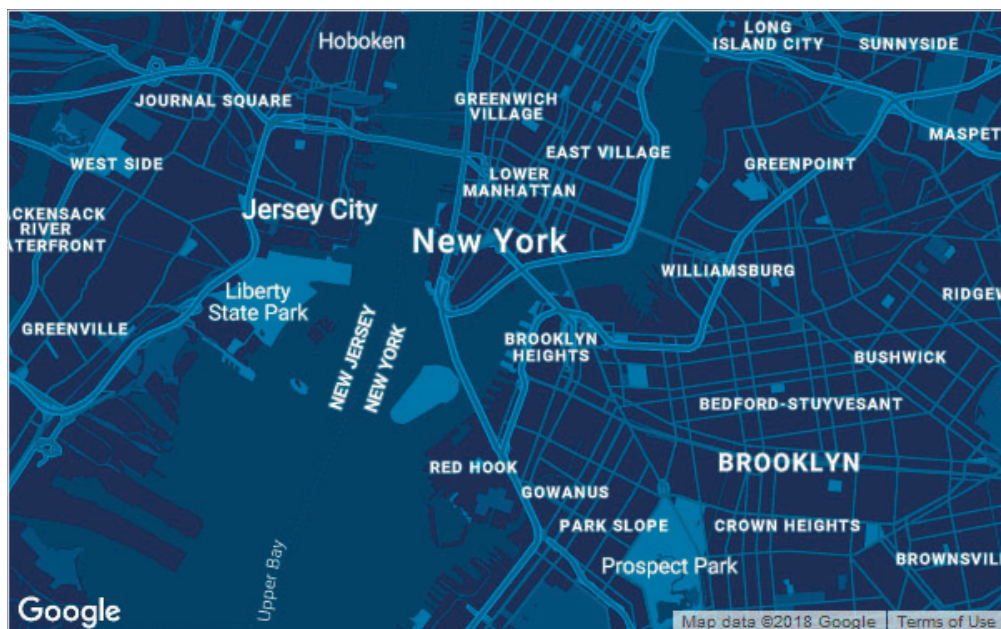
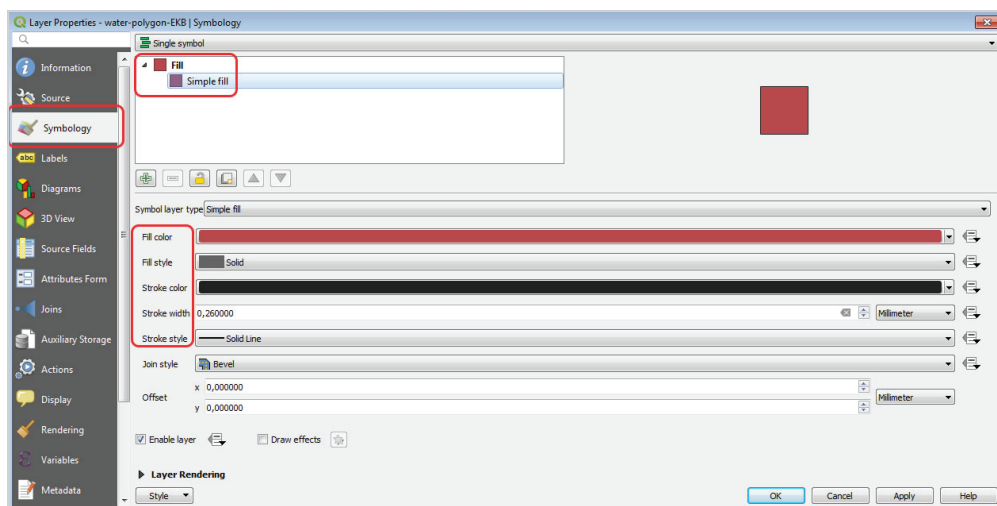


Рис. 2.29. Пример стилизованной карты

**Шаг 1.** Выберите в списке слоев тот, который отвечает за полигональные водные объекты, и двойным щелчком включите окно редактирования свойств слоя (рис. 2.30). Найдите в левой части окна вкладку **Symbology**. В открывшемся окне находим параметры заливки **Simple fill**. Для нее мы можем отредактировать цвет заливки, цвет обводки, ее толщину и характер линии.

Рис. 2.30. Окно редактирования свойств слоя, вкладка **Symbology**

**Шаг 2.** Повторите шаг 1 для настройки стиля всех имеющихся слоев до достижения удовлетворяющего вас результата. Слой **landuse** можно скрыть. Примите во внимание, что цвет слоя, отвечающего за линейные водные объекты должен совпадать с цветом полигональных водных объектов. Для этого код цвета можно скопировать из одного стиля в другой (рис. 2.31).

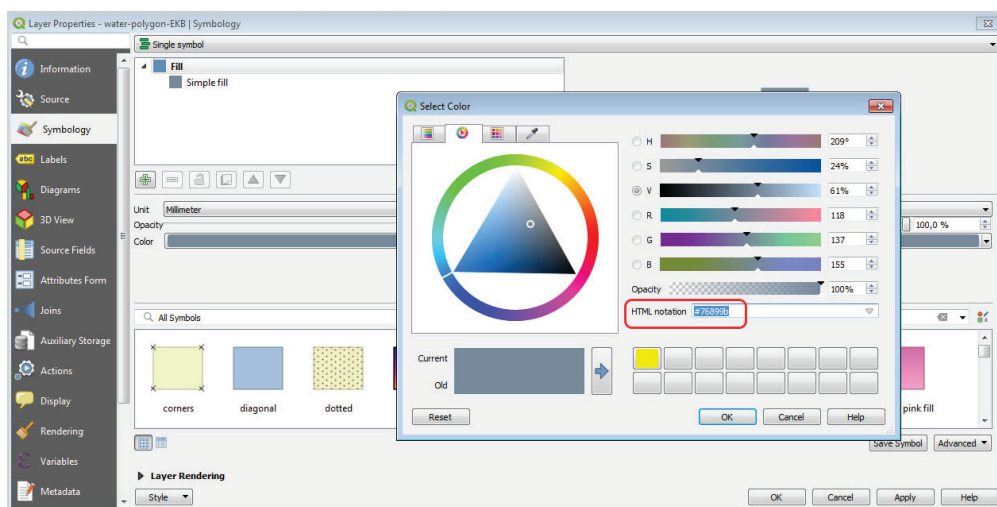


Рис. 2.31. Диалоговое окно редактирования цвета слоя



**Шаг 3.** При настройке стиля можно указывать разную толщину линии. Это особенно удобно, когда вы редактируете слой, отвечающий за улицы. Выберите слой в списке, перейдите в его свойства. Затем в верхней части окна поменяйте тип знака со значения **Single symbol** на **Categorized**. В качестве колонки укажите **Highway**. Это позволит вам назначить разные стили для линий внутри слоя в зависимости от атрибутов, указанных в этой колонке (рис. 2.32).

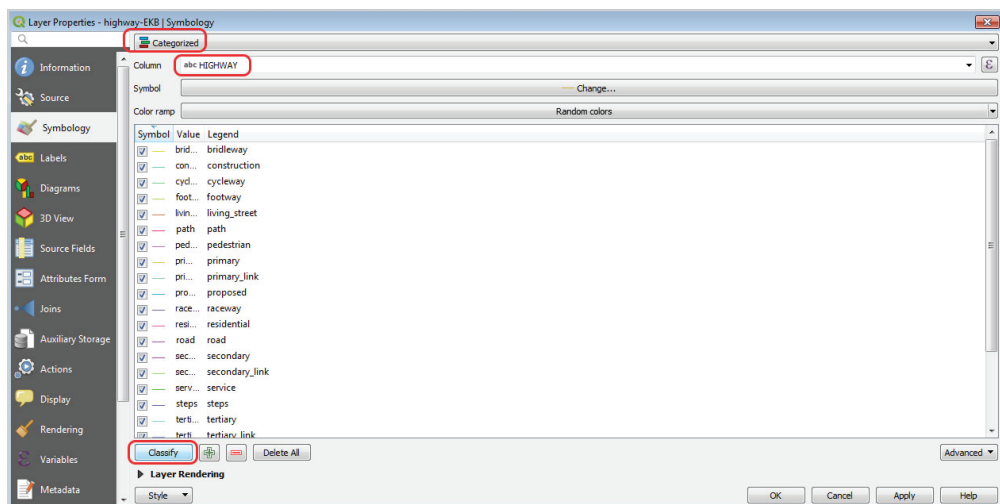


Рис. 2.32. Результат категоризации слоя **highway** по полю **HIGHWAY**

**Шаг 4.** Снимите выделение с элементов, обозначающих второстепенные улицы и пути так, чтобы оставить только основные улицы и транспортные магистрали. Поскольку в данном случае мы используем слой, взятые с ресурса OpenStreetMap, здесь не используется принятая в России типология (магистральные городские дороги, магистральные улицы общегородского значения и т. п.). Рекомендуется оставить следующие типы линий: **living street, primary, primary\_link, residential, secondary, secondary\_link, tertiary, tertiary\_link, trunk, trunk\_link**. Выберите цвет, в который будут покрашены все линии, и отрегулируйте толщину для главных и второстепенных улиц. Должно получиться примерно так (рис. 2.33).

**Шаг 5.** При настройке стиля отображения рельсовых сооружений необходимо также применить категоризованный символ по колонке **Railway** (рис. 2.34). Из всей доступной типологии линий необходимо



оставить видимыми только линии с атрибутами **rail** и **tram** (т. е. железные дороги и трамвайные линии).

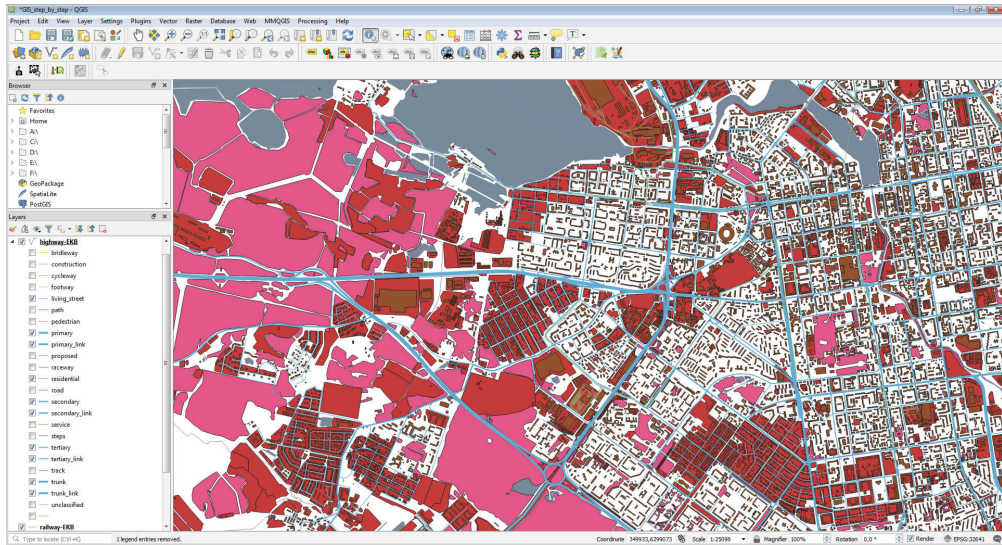


Рис. 2.33. Результат редактирования элементов слоя **highway\_line**

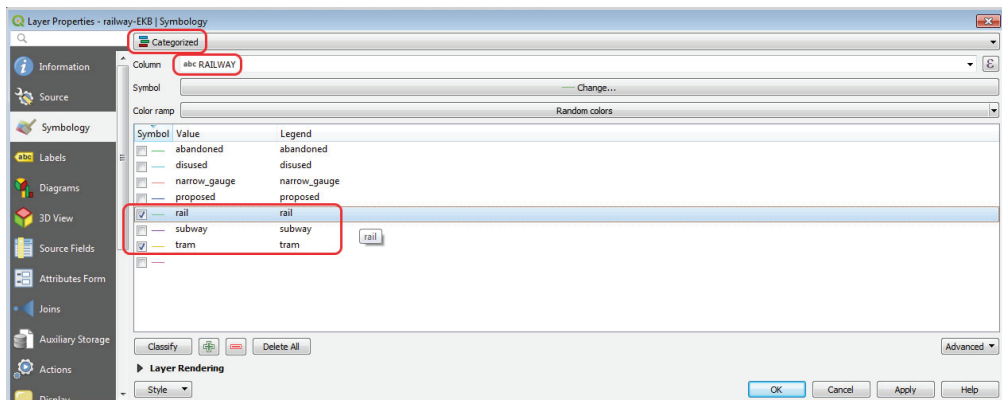


Рис. 2.34. Результат категоризации слоя **Railway\_EKB**

**Шаг 6.** Для создания линейного символа железных дорог необходимо использовать две линии, расположенные одна поверх другой. Для этого надо войти в редактирование линии **rail** и нажать на кнопку «+» для добавления второй линии. Далее необходимо отредактировать толщину и цвет нижней линии. Она должна быть темнее и шире верхней. Верхняя линия делается штриховой. Редактирование пара-

метров линии становится доступно, когда выделена опция **Use custom dash patter** (рис. 2.35).

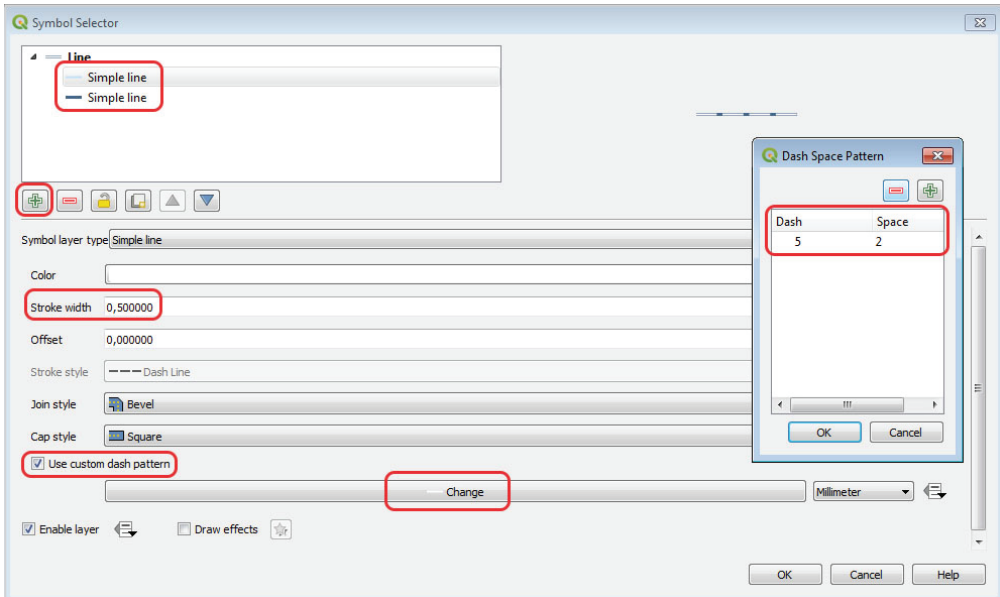


Рис. 2.35. Диалоговое окно настройки графического стиля двойной линии

В результате корректировки стиля отображения слоев должна получиться карта (рис. 2.36).

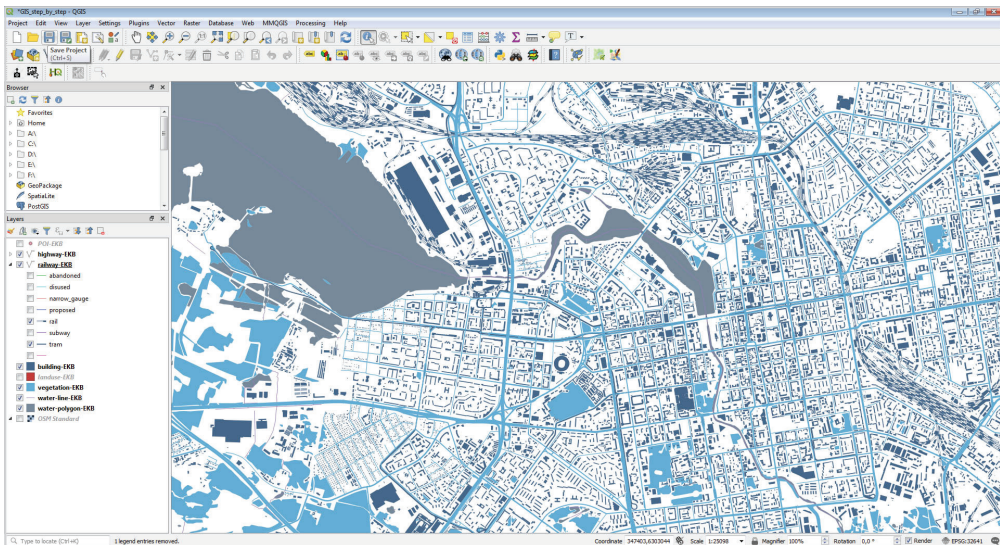


Рис. 2.36. Результат редактирования слоя **Railway\_EKB**

## Задание 5. Создание макета карты базовых слоев с подписью и масштабной линейкой

**Шаг 1.** Чтобы создать печатный макет карты, найдите в главном меню вкладку **Project** и нажмите кнопку **New Print layout** (рис. 2.37).

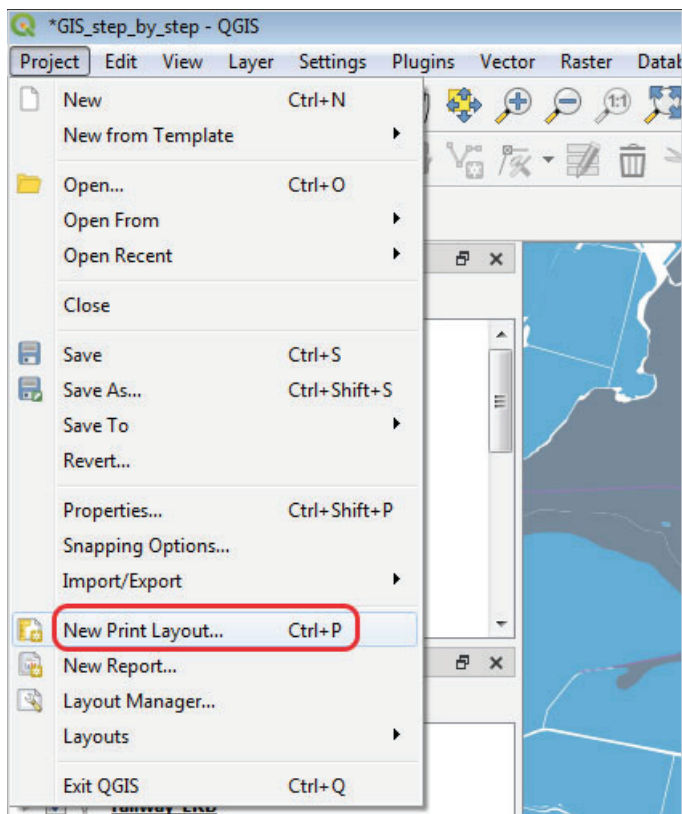


Рис. 2.37. Расположение инструмента **New Print layout**

**Шаг 2.** В открывшемся окне (рис. 2.38) обозначьте название макета.

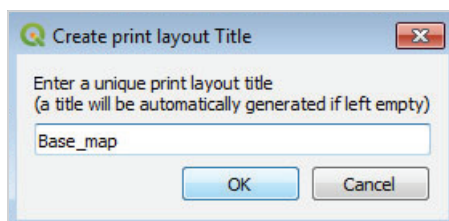



Рис. 2.38. Диалоговое окно выбора названия макета

**Шаг 3.** В открывшемся редакторе макетов необходимо выбрать инструмент размещения карт  в панели инструментов в левой части интерфейса и обозначить в листе границы новой карты (рис. 2.39).

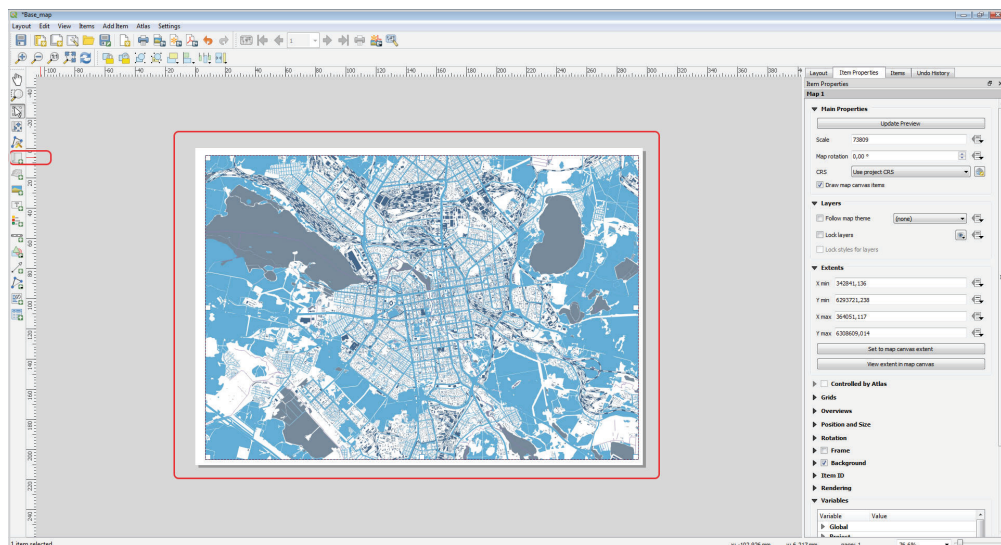



Рис. 2.39. Расположение карты в макете

Для редактирования границ карты и ее положения на листе следует использовать соответствующие инструменты .

**Шаг 4.** Для настройки масштаба и фона карты, на панели свойств макета, расположенного справа, надо выбрать вкладку **Item Properties**. В разделе **Main Properties** надо обозначить масштаб 50 000 (что соответствует масштабу 1:50000). Ниже, в разделе **Layers**, необходимо поставить выделение в опции **Lock layers**. Это зафиксирует в выбранном макете текущий набор слоев при дальнейшей работе с картой в основном окне программы (рис. 2.40, а).

**Шаг 5.** На вкладке **Item Properties** найдите раздел **Background** и установите цвет фона. Отредактируйте стили слоев в главном окне программы для достижения наиболее гармоничного решения (рис. 2.41).

**Шаг 6.** Добавьте на макет надпись и масштабную линейку с помощью соответствующих кнопок **Add Label**, **Add Scale Bar**.





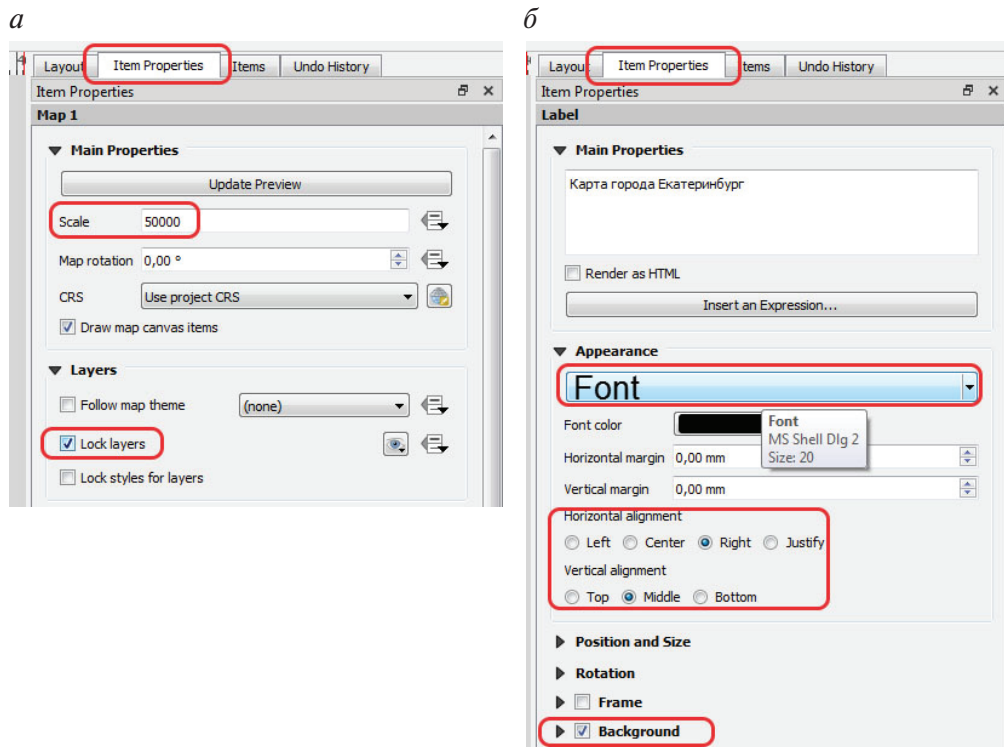


Рис. 2.40. Расположение инструментов **Scale** и **Lock layers** на вкладке **Item Properties** (а) и инструменты вкладки **Item Properties** (б)

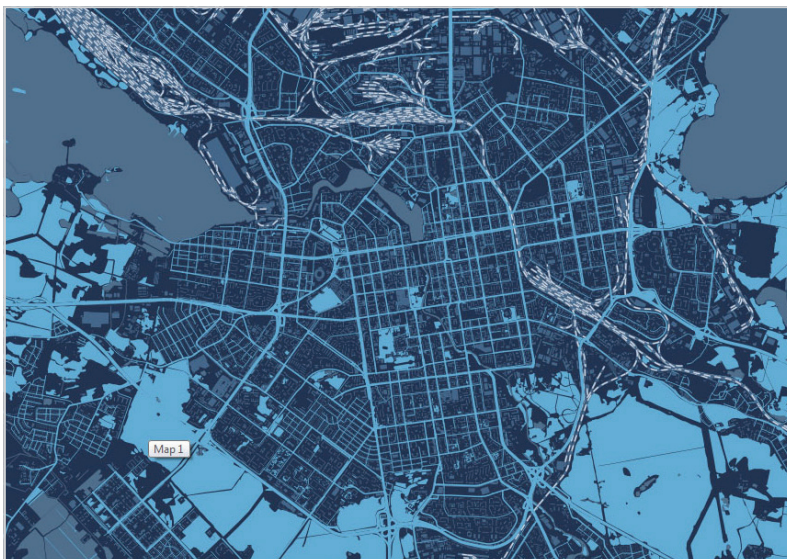


Рис. 2.41. Результат настройки фона для макета карты



**Шаг 7.** Откорректируйте шрифт и фон надписи в разделах вкладки **Item Properties** (см. рис. 2.40, б).

**Шаг 8.** Откорректируйте число ячеек в масштабной линейке, ее высоту и фон в разделах вкладки **Item Properties**. Итог практической работы должен выглядеть так (рис. 2.42).

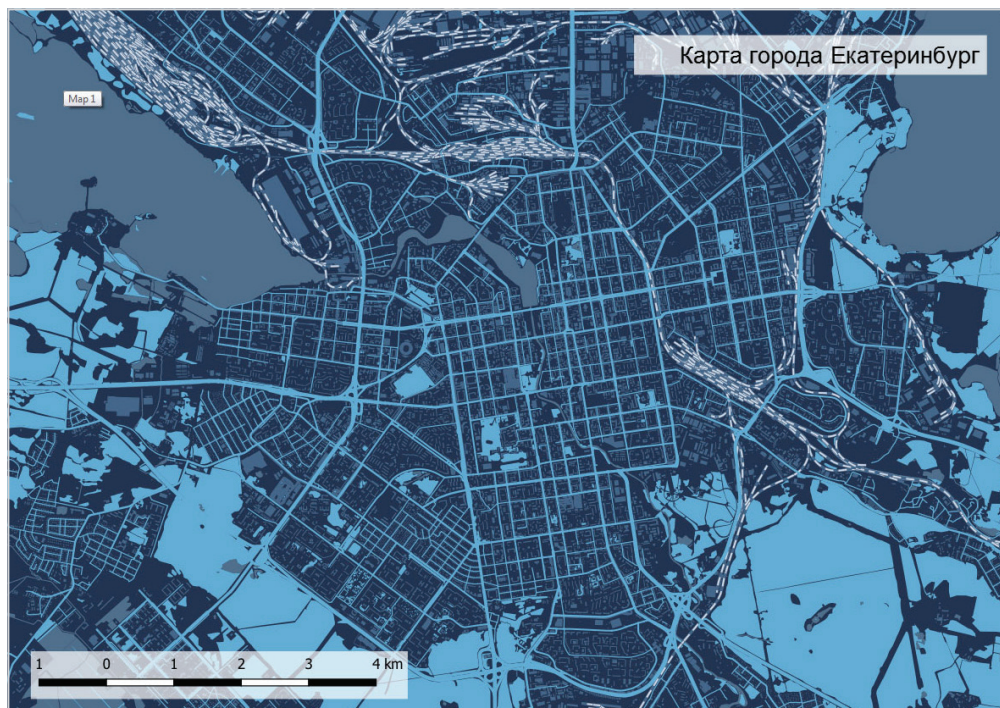


Рис. 2.42. Результат выполнения практической работы № 1

## Практическая работа № 2. Проверка топологии и корректировка векторных слоев

---

**Цель работы** — научиться проверять топологическую корректность исходных данных. Это необходимо, в частности, во избежание возникновения некорректного наложения элементов и потери данных при дальнейшей обработке.

### **Задачи:**

- научиться настраивать параметры прилипания для проекта и отдельных слоев;
- научиться предотвращать пересечение новых полигонов и линий;
- научиться пользоваться набором правил для проверки топологии;
- научиться пользоваться справочными веб-ГИС для корректировки исходных данных.

### **Задание 1. Настройка параметров прилипания для проекта и слоя buildings**

Порог прилипания — это расстояние, используемое QGIS для поиска ближайшего узла и (или) сегмента, к которому надо присоединиться при создании нового узла или передвижении уже существующего. Если превысить порог прилипания, то при нажатии кнопки мыши, узел будет создан в стороне вместо того, чтобы быть привязанным к уже существующему узлу и (или) сегменту.

**Шаг 1.** Чтобы установить общую для всего проекта величину порога прилипания, нужно в главном меню выбрать вкладку **Settings**, а в ней — кнопку **Options** (рис. 2.43).

В открывшемся окне надо выбрать вкладку **Digitizing**, а в ней определить значения по умолчанию для единиц измерения порога прилипания и радиуса поиска для редактирования вершин (рис. 2.44). Эти величины могут быть установлены как в единицах карты, так и в пикселях. Преимущество использования пикселей в качестве единиц измерения заключается в том, что при зуммировании порог прилипания не будет изменяться.

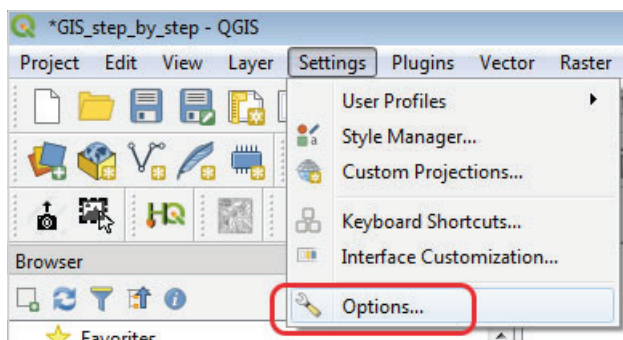


Рис. 2.43. Расположение вкладки **Options**

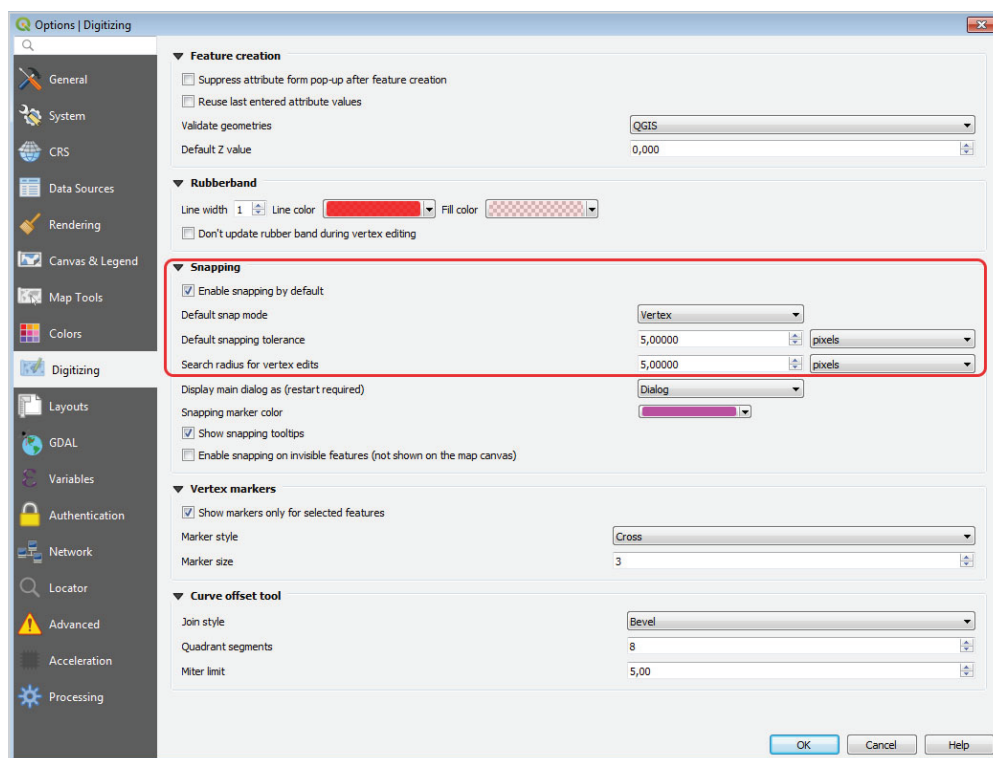


Рис. 2.44. Содержание вкладки **Digitizing**

**Шаг 2.** Выберите слой в списке, чтобы установить порог прилипания для слоя полигонов со зданиями. Затем в главном меню найдите вкладку **Projects** и выберите раздел **Snapping options** (рис. 2.45).

Переведите переключатель выбора слоев в положение **Advanced Configuration**. Для выбранного слоя разрешите привязку к вершинам

и сегментам. Величину порога прилипания примите 5 пикселей. Проверьте, чтобы в опции **Avoid intersection** не была установлена галочка. Если эта опция будет выбрана, при создании полигонов зданий они могут обрезаться полигонами выключенных слоев.

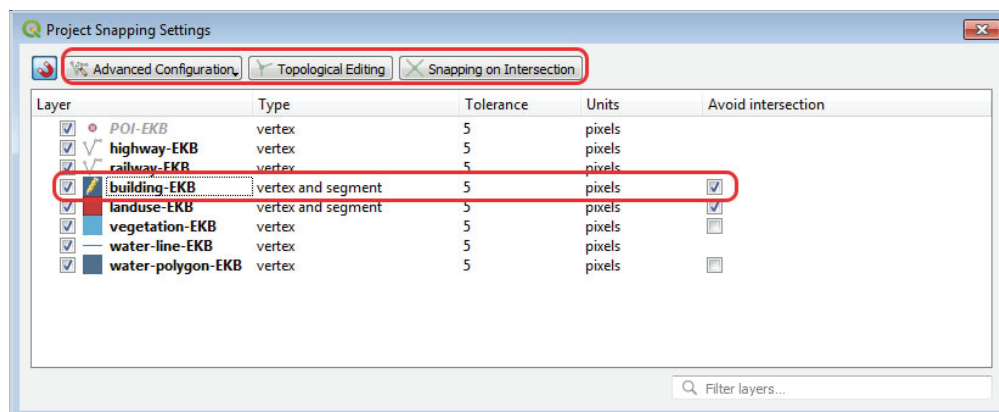





Рис. 2.45. Диалоговое окно **Projects Snapping options**

## Задание 2. Настройка горячих клавиш

При работе с элементами слоя наиболее частые операции связаны с получением информации об элементе, его выбором и передвижением. Команды **Identify features** , **Select features**  имеют закрепленные за ними кнопки на панели атрибутов, последняя — **Move features**  расположена в выпадающем меню вкладки **Edit** главного меню.

**Шаг 1.** Чтобы упростить выполнение перечисленных выше команд, выберите вкладку **Settings** главного меню, а в выпадающем меню — **Keyboard Shortcuts** (рис. 2.46).

Воспользуйтесь строкой поиска для выбора нужной команды. Нажмите кнопку **Change** для смены или назначения удобной для вас горячей клавиши. После этого нужно будет нажать соответствующую клавишу на клавиатуре. Если необходимо отменить присвоение горячей клавиши команде, нажмите кнопку **Set none** (рис. 2.47).

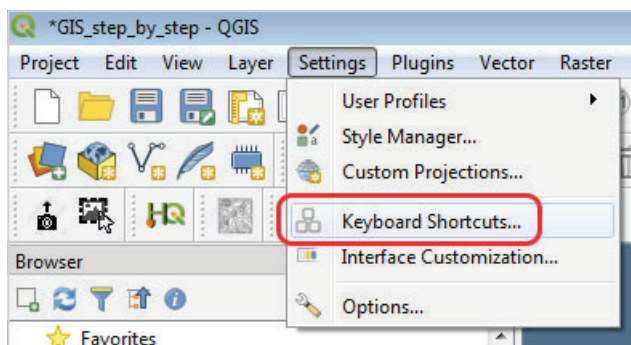


Рис. 2.46. Расположение инструмента редактирования горячих клавиш

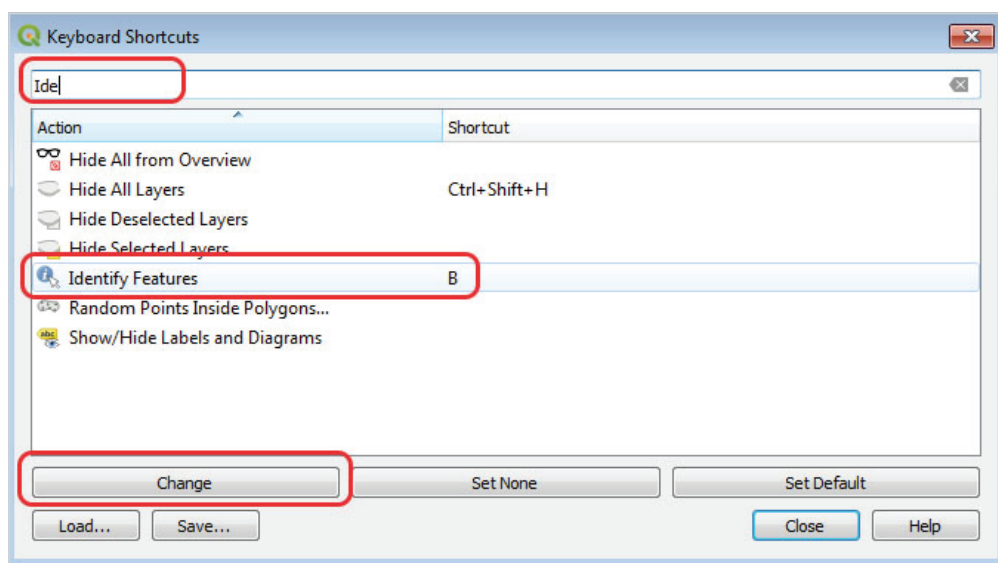


Рис. 2.47. Настройка горячей клавиши инструмента **Identify Features**

**Шаг 2.** Повторите шаг 1 для всех трех команд.

### Задание 3. Проверка топологии точечного слоя

**Шаг 1.** Для дальнейшей работы необходимо подключить в проект SHP-слой с данными **buiding-data**. Сделайте это с помощью знакомой вам команды **Add vector layer**, расположенной в выпадающем меню вкладки **Layer** (рис. 2.48).



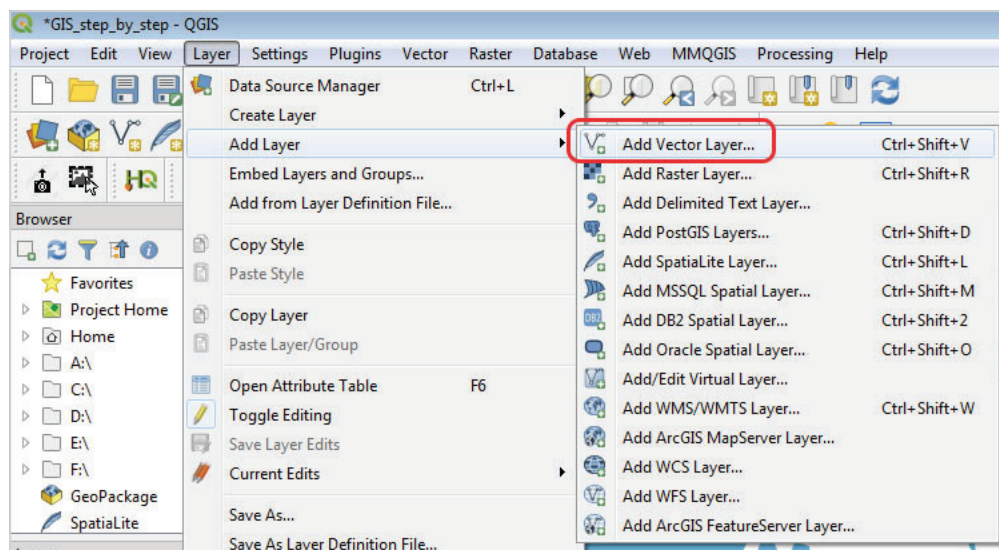


Рис. 2.48. Добавление нового векторного слоя

**Шаг 2.** Двойным щелчком мыши по названию слоя в общем списке вызовите окно редактирования его свойств и откорректируйте стиль так, чтобы точки были хорошо вам видны поверх полигонов слоя зданий (рис. 2.49).

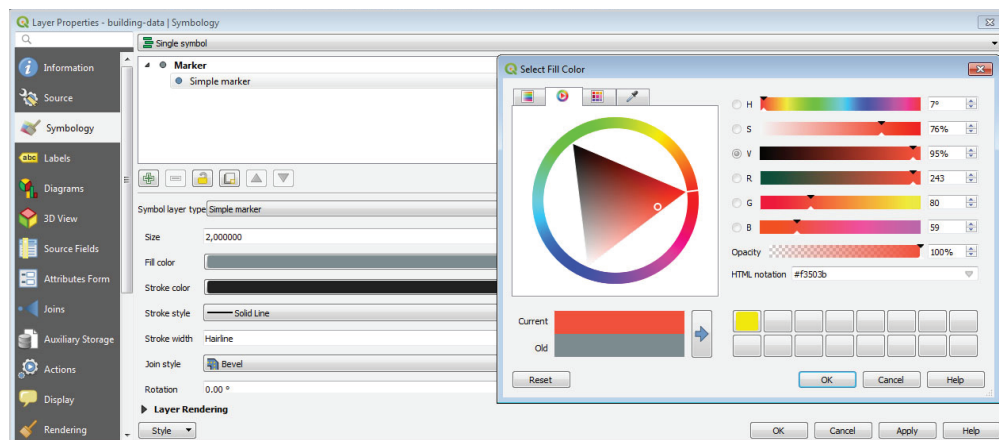


Рис. 2.49. Редактирование цвета нового векторного слоя

Ваша карта должна сейчас выглядеть, как на рисунке (рис. 2.50). Проверьте порядок расположения слоев. Точечный слой должен находиться выше слоя с полигонами зданий.

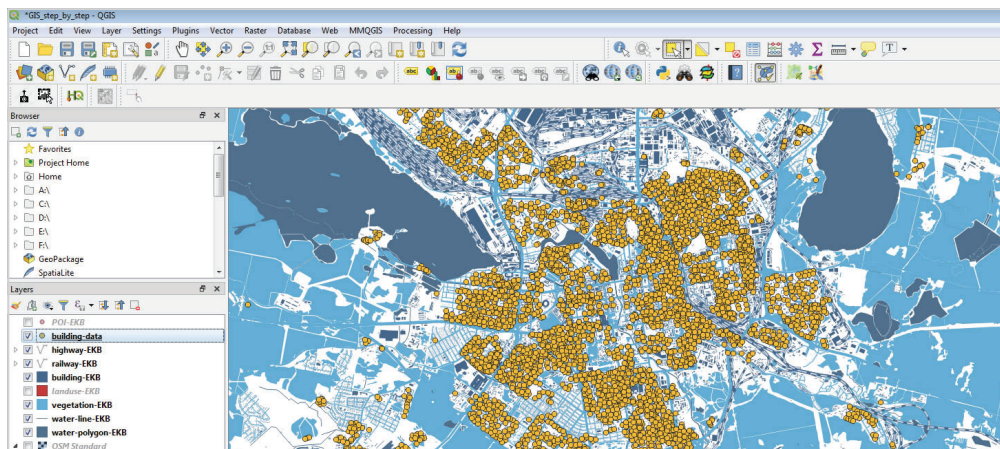


Рис. 2.50. Вид рабочего окна после редактирования порядка слоев

**Шаг 3.** Подключите плагин **Topology Checker**. Для этого в главном меню нужно выбрать вкладку **Plugins**, а в выпадающем меню — **Manage and Install Plugins** (рис. 2.51).

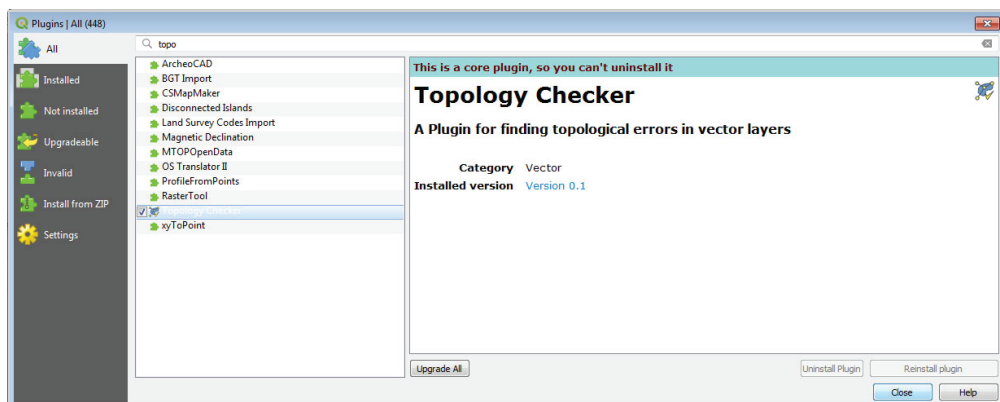
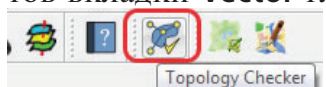


Рис. 2.51. Включение плагина **Topology Checker**

В текущих версиях программы QGIS плагин **Topology Checker** установлен по умолчанию, однако для использования его надо выбрать в списке других плагинов. После этого в наборе инструментов вкладки **Vector** главного меню появится иконка инструмента



Также эта иконка появится среди других инструментов панели.

**Шаг 4.** Включите инструмент проверки топологии, нажав на кнопку **Topology checker**. В правой части экрана появится панель этого инструмента, где для выбора параметров проверки необходимо нажать на кнопку **Configure** (рис. 2.52, а).

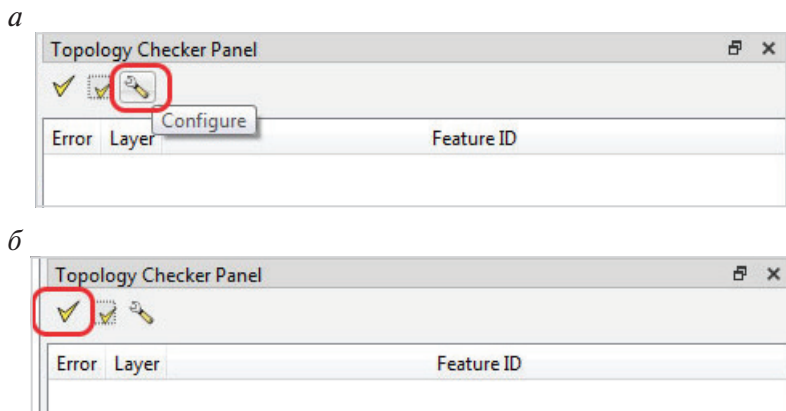


Рис. 2.52. Рабочее окно **Topology checker**

**Шаг 5.** В открывшемся окне надо ввести параметры проверки (рис. 2.53). Сначала указывают название точечного слоя. Далее выбирают главный параметр проверки. В данном случае нас интересует, находятся ли точки внутри полигонов. Надо выбрать соответствующее правило — **Must be inside**. Следующий параметр — это название слоя с полигонами зданий. После того как параметры проверки установлены, нажмите на кнопку **Add rule**. Новое правило проверки появится в списке.

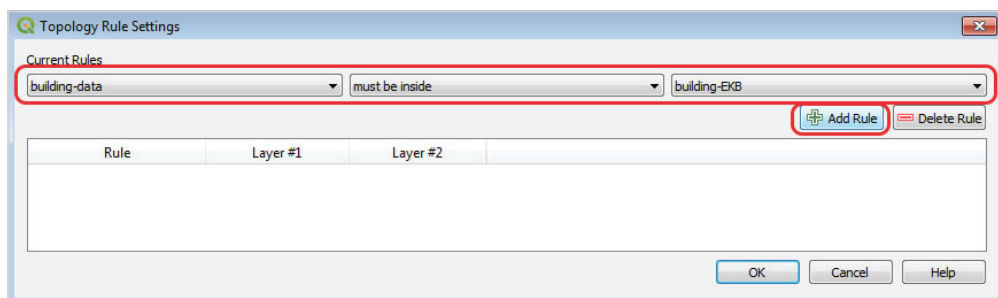
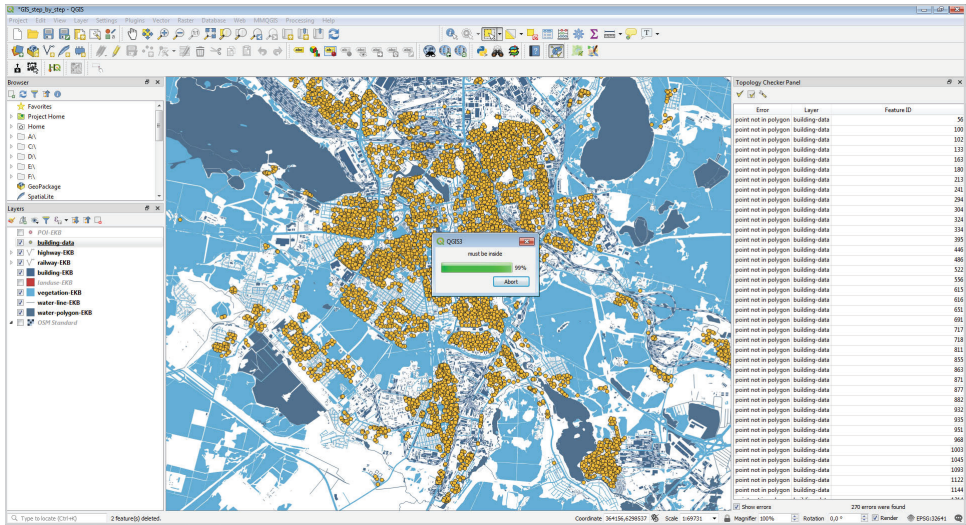


Рис. 2.53. Создание правила проверки топологии

**Шаг 6.** На панели инструмента **Topology checker** нажмите кнопку **Validate all**. Это запустит проверку всех назначенных ранее правил для топологии слоев (см. рис. 2.52, б).

**Шаг 7.** Дождитесь окончания работы алгоритма. Это может занять какое-то время. По завершении рассмотрите результаты. Точки, немного выступающие за границы зданий или вовсе не имеющие соответствующих полигонов рядом с собой, — это ошибки, которые необходимо будет исправить. Справа, на панели **Topology checker**, приведен список всех выявленных ошибок (рис. 2.54, а). При ближайшем рассмотрении ошибки выглядят, как показано на рис. 2.54, б.

а



б

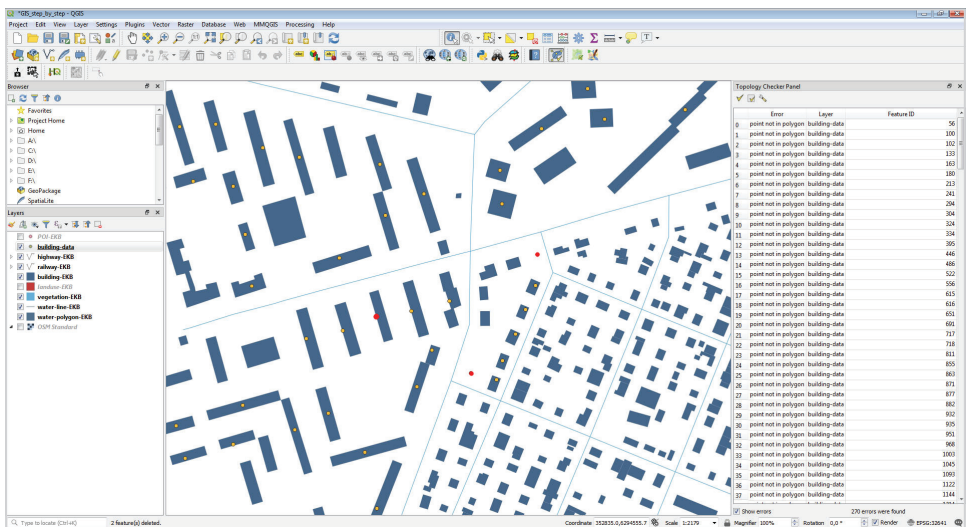


Рис. 2.54. Результаты проверки топологии со списком ошибок

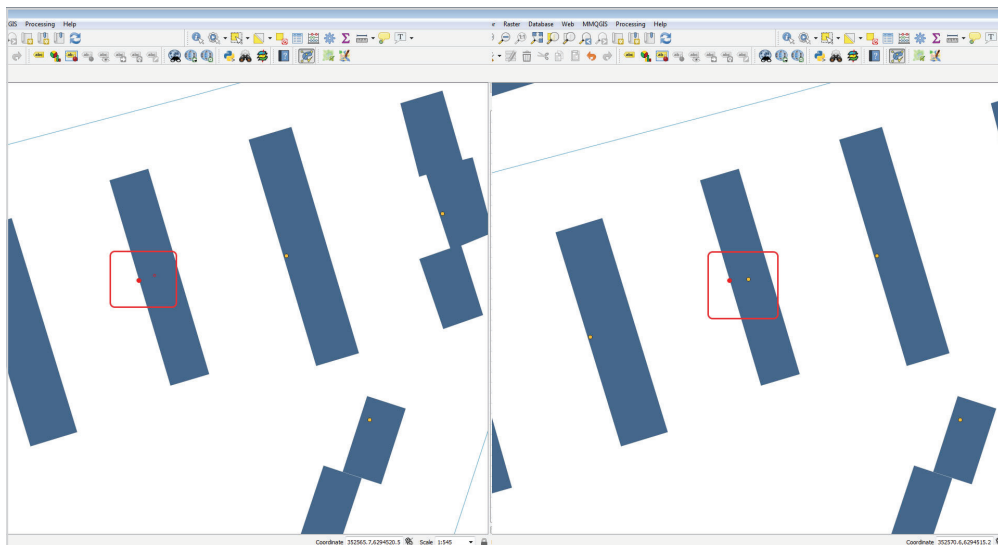
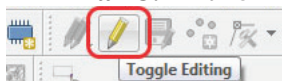
**Шаг 8.** Включите режим редактирования для слоя **building-data**

Рис. 2.55. Процесс передвижения точек слоя **building-data** поверх полигонов зданий

**Шаг 9.** С помощью выбранной ранее горячей клавиши **Move features** передвиньте точки слоя так, чтобы они находились поверх полигонов зданий. При этом программа продолжит подсвечивать красным ошибочные места расположения точек (рис. 2.55).

Данные ошибки возникают в связи с тем, что базы данных, используемые для геокодирования зданий по адресу, иногда содержат неправильные или устаревшие сведения. Здание могло быть снесено. Другая возможная причина возникновения ошибок состоит в неправильном расположении полигона здания на карте OSM. Необходимо помнить, что этот ресурс развивается за счет волонтерского труда и данные могут быть неточными.

**Шаг 10.** Точки, выпавшие за границы вашего полигона карты, можно удалить. Они относятся к отдаленным поселкам муниципального образования «Город Екатеринбург» и не повлияют на качество работы программы. В другой ситуации наличие таких точек может означать неверно выбранные границы исследования. Для удаления точек выберите их с помощью инструмента **Select features** (рис. 2.56).



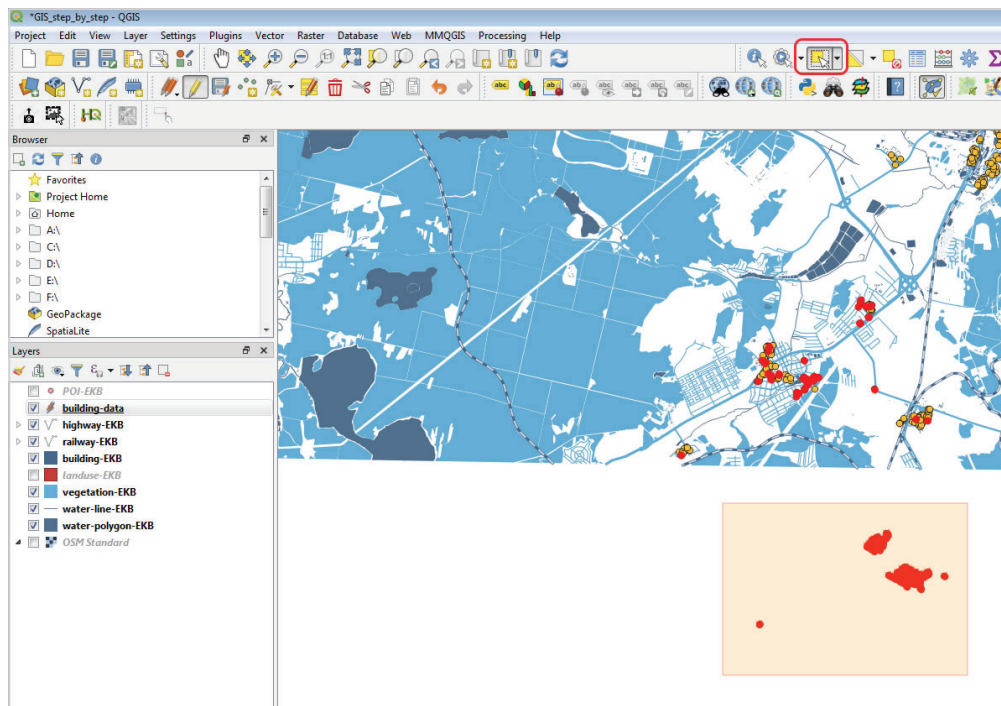


Рис. 2.56. Удаление точек, выступающих за границы проекта

Чтобы удалить объект, нажмите клавишу **Delete selected** .

**Шаг 11.** В ситуации, когда ошибочная точка расположена вдалеке от существующих полигонов зданий, необходимо проверить наличие соответствующего здания. Первое, что можно сделать, — включить имеющийся в проекте слой OSM. Для этого выберите его в общем списке слоев и поставьте галочку (рис. 2.57).

**Шаг 12.** Включите режим редактирования для слоя с полигонами зданий (рис. 2.58).

**Шаг 13.** Нарисуйте полигон здания по контуру подложки OSM с помощью инструмента **Add polygon** (рис. 2.59). В окне атрибутов созданного полигона можно не вносить никаких данных, а закрыть его, нажав на кнопку **Ok** (рис. 2.60).

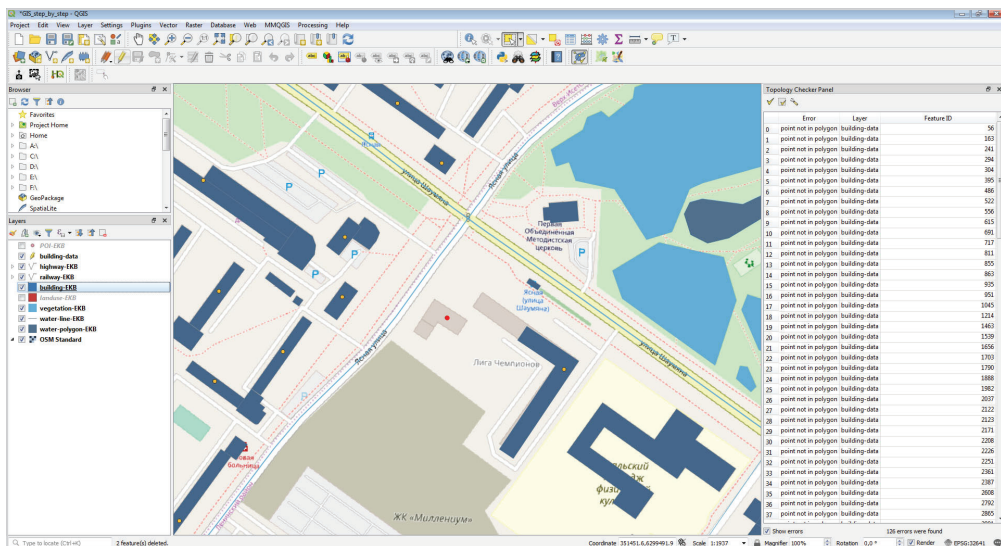


Рис. 2.57. Включение подложки OSM

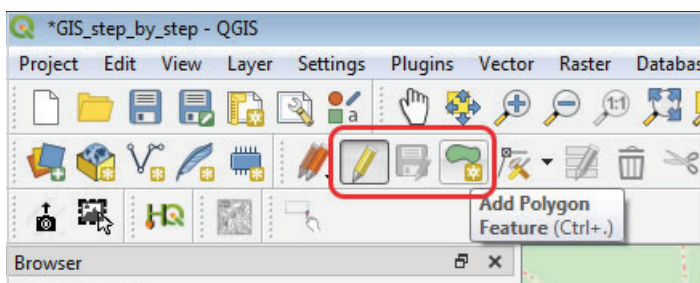
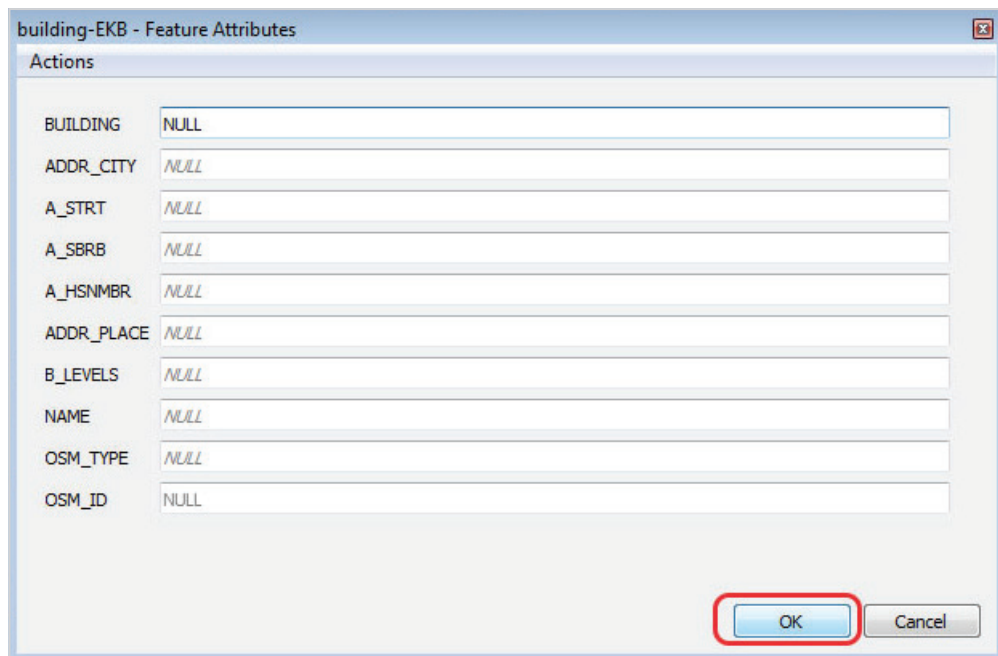


Рис. 2.58. Инструменты редактирования векторного слоя



Рис. 2.59. Построение полигона здания



building-EKB - Feature Attributes	
Actions	
BUILDING	NULL
ADDR_CITY	NULL
A_STRT	NULL
A_SBRB	NULL
A_HSNMBR	NULL
ADDR_PLACE	NULL
B_LEVELS	NULL
NAME	NULL
OSM_TYPE	NULL
OSM_ID	NULL
<div>OK Cancel</div>	

Рис. 2.60. Окно атрибутов созданного объекта слоя **building-EKB**

**Шаг 14.** Если полигон здания под ошибочной точкой отсутствует и его также нет на подложке OSM, для проверки ситуации необходимо воспользоваться альтернативными источниками картографических данных — «2ГИС», Yandex Maps и др. Если существование здания подтверждается (рис. 2.61), воспользуйтесь инструментом **Add polygon**.

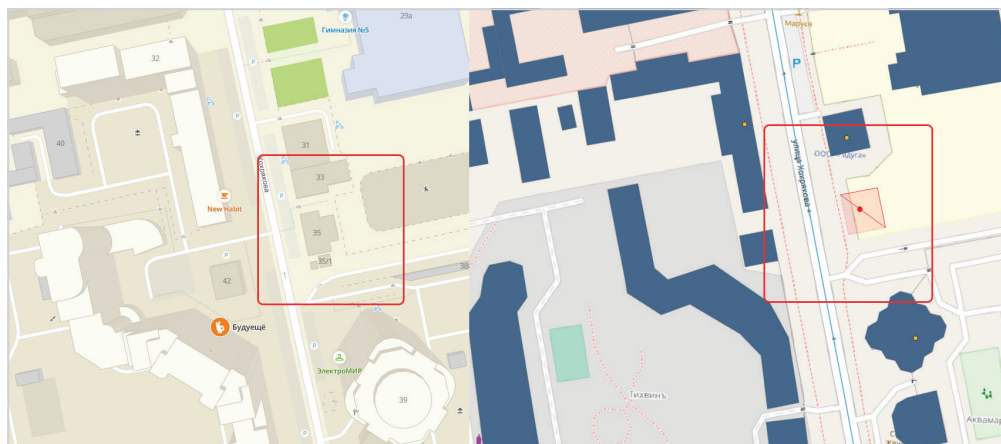


Рис. 2.61. Проверка существования зданий в альтернативных источниках

**Шаг 15.** Если при проверке альтернативных источников существование здания не подтвердилось, ошибочную точку можно удалить.

**Шаг 16.** Повторно запустите проверку топологии по разработанному правилу и проверьте все ошибочные точки.

**Шаг 17.** На панели инструмента **Topology checker** удалите правило для проверки точек, выступающих за границы полигонов, и создайте новое для этого же точечного слоя с параметром **Must not have duplicates** (рис. 2.62).

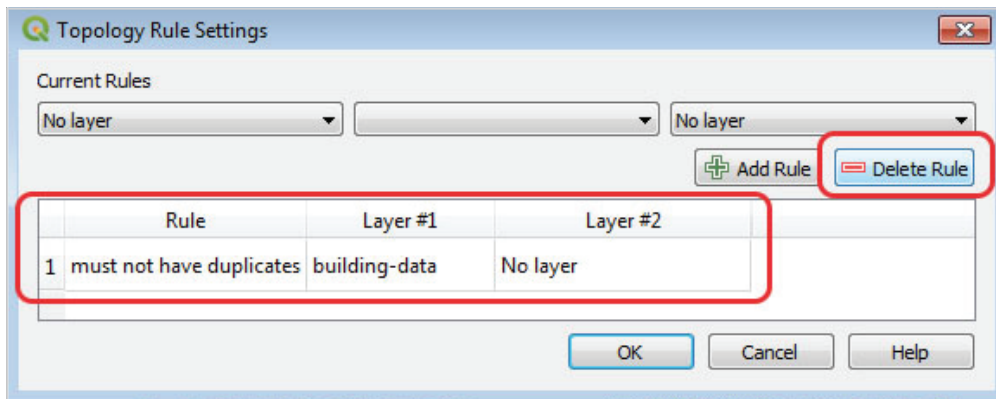


Рис. 2.62. Правило проверки дубликатов в **Topology checker**

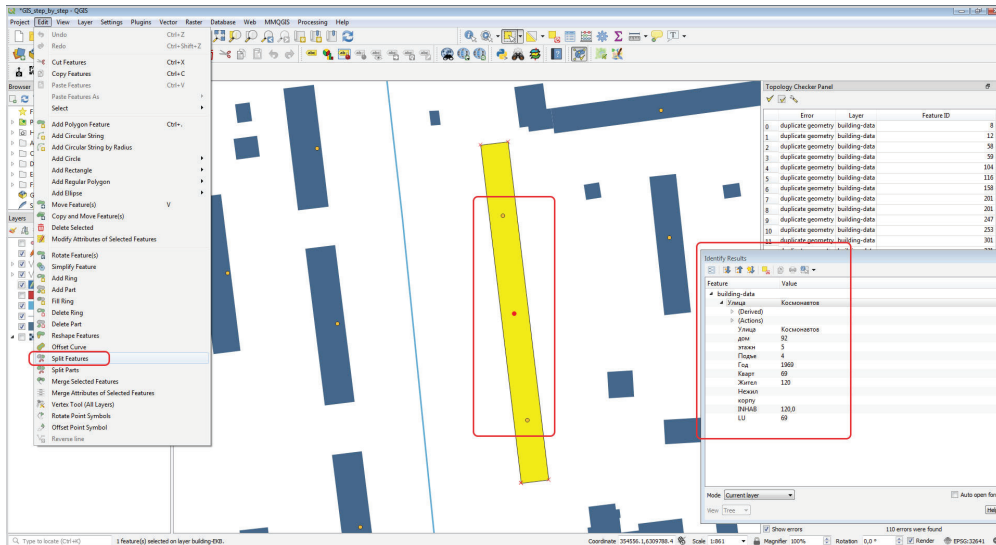


Рис. 2.63. Расположение инструмента **Split features**

**Шаг 18.** Проверка точек показывает, что часть точек перекрывает друг друга. Используя инструмент **Move features**, одну из точек (или несколько) необходимо сдвинуть. В зависимости от семантики объекта, принимается решение об удалении одной из точек (лишний дубликат, устаревшие сведения о постройке), о переносе точки по другому адресу (ошибочное геокодирование) или разделении одного полигона на два разных объекта с помощью инструмента **Split features**, расположенного во вкладке **Edit** (см. рис. 2.63). В результате разделения полигона образуется два полигона с одинаковыми атрибутами и расположенными над ними точками (рис. 2.64).

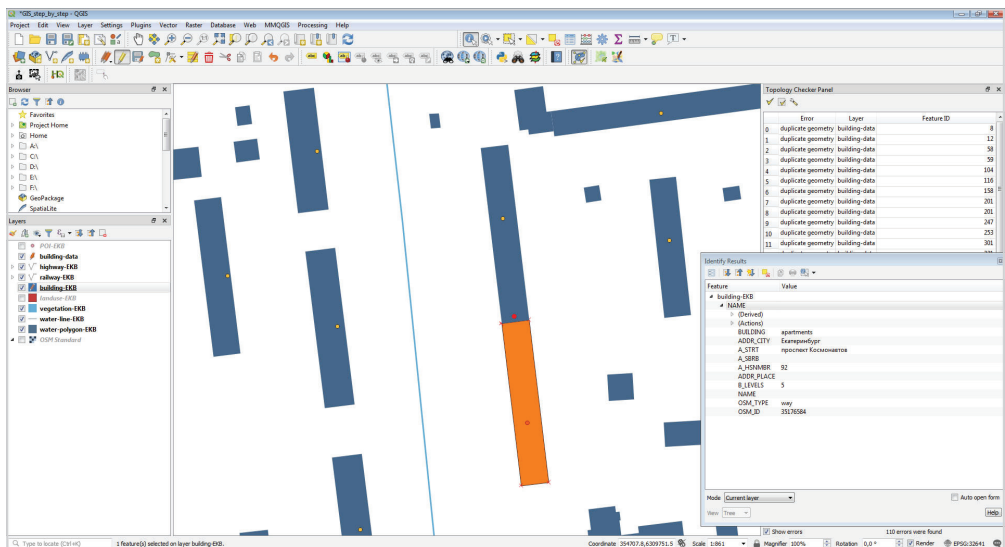


Рис. 2.64. Результат разделения полигонов здания

Итоговая проверка топологии не должна выдавать ошибок.

#### Задание 4. Передача данных от точек полигонам

**Шаг 1.** Чтобы передать атрибуты, содержащиеся в точках, полигонам зданий, воспользуйтесь инструментом **Join attributes by location**, расположенном в выпадающем меню **Data Management Tools**, во вкладке **Vector** главного меню (рис. 2.65).



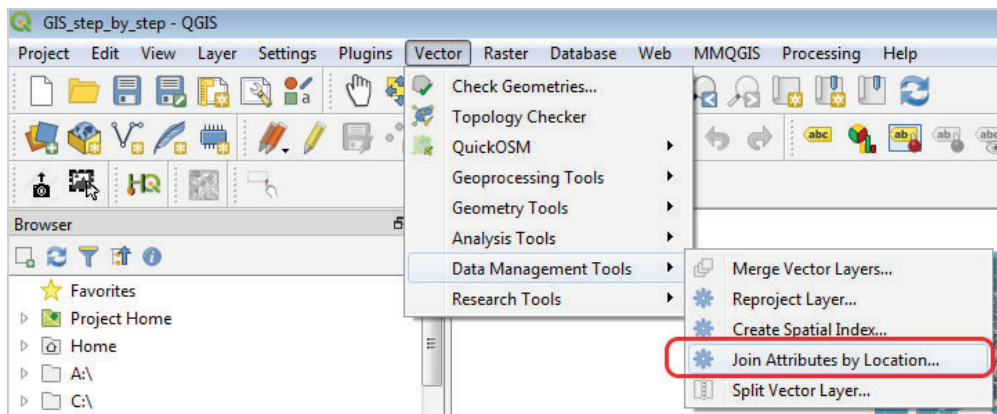


Рис. 2.65. Расположение инструмента **Join attributes by location**

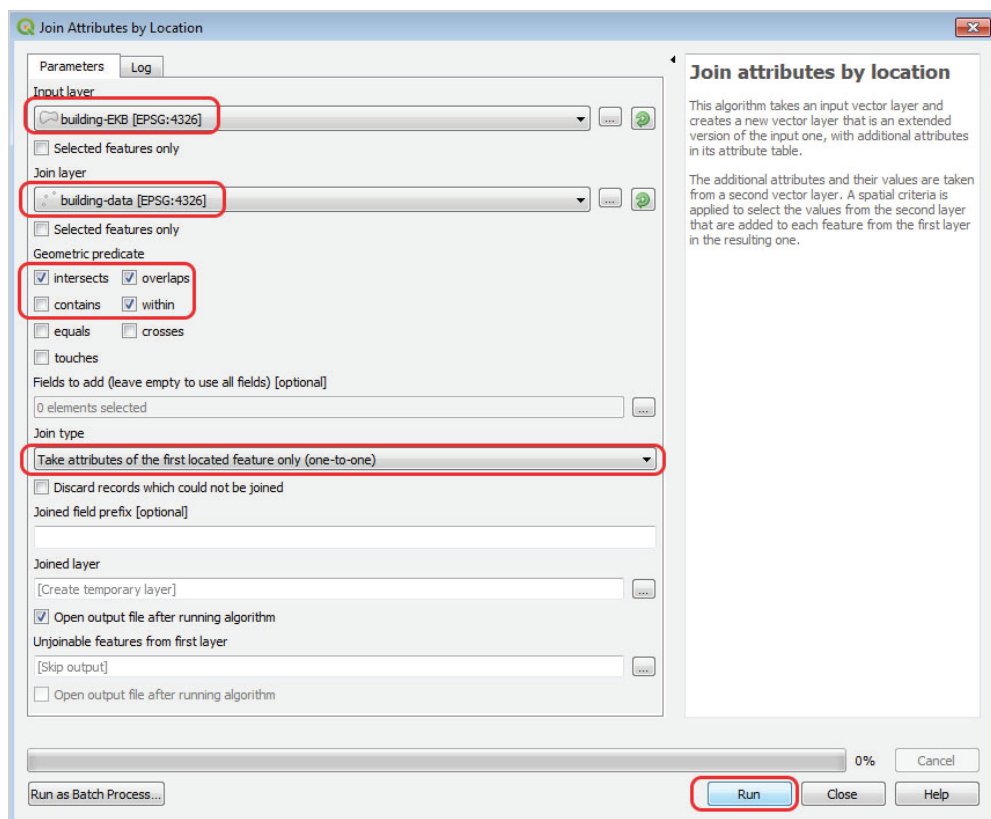

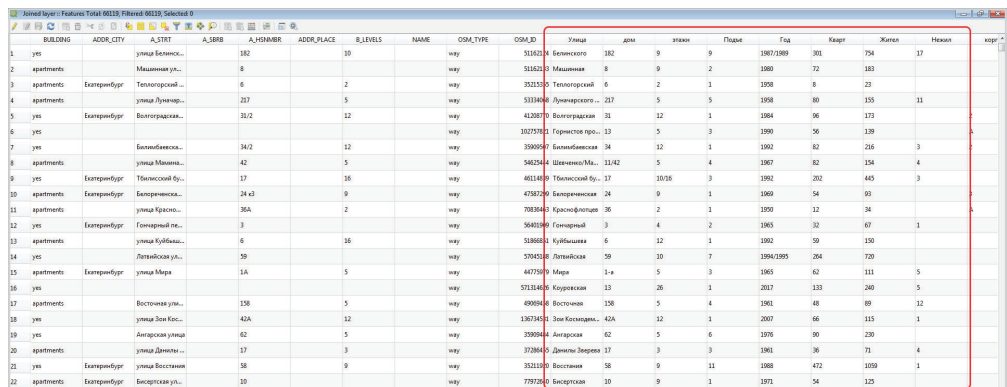


Рис. 2.66. Настройки алгоритма **Join attributes by location**

В окне настройки алгоритма первым указывается слой полигонов зданий, которому необходимо передать дополнительные атрибуты, затем — слой точек, чьи атрибуты надо передать. В качестве геометрического предиката надо указать три параметра (**intersects**, **overlaps**, **within**), которые описывают характер пространственных отношений точек и полигонов. В качестве типа объединения необходимо указать **Take attribute of the first located feature only** и запустить алгоритм (см. рис. 2.66). Его выполнение займет около 10 мин.

**Шаг 2.** Результат объединения атрибутов можно увидеть в таблице атрибутов временного слоя **Joined** (рис. 2.67). Для это выберите его в списке слоев и нажмите на кнопку **Open Attribute** .



	BUILDING	ADDR_CITY	A_STRT	A_NUMBER	ADDR_PLACE	R_LEVELS	NAME	OSM_TYPE	OSM_ID	Улица	дом	этажи	Площ	Год	Класс	Жител	Насел
1	yes		улица Беленс...	182		10		way	511621	Беленского	182	9	9	1987/1989	305	754	17
2	apartments		Машинная ул...	8				way	511621	Машинная	8	9	2	1980	72	183	
3	apartments	Екатеринбург	Теплопарский ...	6		2		way	352153	Теплопарский	6	2	1	1958	8	23	
4	apartments		улица Луначар...	217		5		way	531340	Луначарского	217	5	5	1958	80	255	11
5	yes	Екатеринбург	Волгоградская...	31/2		12		way	412887	Волгоградская	31	12	1	1984	96	173	
6								way	102753	Горького про...	12	5	3	1990	56	139	
7	yes		Белоярская...	34/2		12		way	359059	Белоярская	34	12	1	1992	82	226	3
8	apartments		улица Машин...	42		5		way	548254	Шенченко/Ма...	11/42	5	4	1987	82	234	4
9	yes	Екатеринбург	Томский бу...	17		16		way	401149	Томский бу...	17	10/16	3	1992	202	445	3
10	apartments	Екатеринбург	Белореченская...	24 к3		9		way	475872	Белореченская	24	9	1	1969	54	93	
11	apartments		улица Красно...	36А		2		way	708344	Краснофлотца	36	2	1	1959	12	34	
12	yes	Екатеринбург	Гонимый пл...	3				way	564019	Гонимый	3	4	2	1985	32	87	1
13	apartments		улица Куйбыш...	6		16		way	518668	Куйбышев	6	12	1	1992	58	150	
14	yes		Литовская ул...	59				way	579030	Литовская	59	10	7	1994/1995	284	729	
15	apartments	Екатеринбург	улица Мира	1А		5		way	447795	Мира	1-а	5	3	1965	42	111	5
16	yes							way	571346	Куровская	13	26	1	2017	113	240	5
17	apartments		Восточная ул...	159		5		way	408946	Восточная	159	5	14	1961	48	89	12
18	yes		улица Зин Ко...	42А		12		way	136794	Зин Колюпан...	42А	12	1	2007	66	115	1
19	yes		Александров у...	62		5		way	359594	Александр	62	5	6	1976	96	220	
20	apartments		улица Димитр...	17		3		way	373864	Димитр Тер...	17	3	3	1961	36	71	4
21	yes	Екатеринбург	улица Восточе...	58		9		way	353119	Восточная	58	9	11	1988	472	1059	1
22	apartments	Екатеринбург	Баскервиль у...	10				way	779726	Баскервиль	10	9	1	1971	54	125	

Рис. 2.67. Таблица атрибутов временного слоя **Joined**

**Шаг 3.** Сохраните временный файл как постоянный SHP (building-EKB+data) в папку проекта.

## Практическая работа № 3. Типы векторных знаков

**Цель работы** — научиться работать с таблицей атрибутов и стилем отображения векторных слоев. Это необходимо для овладения способами визуализации семантики пространственных данных.

**Задачи:**

- научиться применять фильтры в таблице атрибутов, добавлять, удалять колонки;
- научиться редактировать содержание ячеек в таблице атрибутов;
- научиться применять разные типы символьных знаков для слоя полигонов, произвольные условные SVG-знаки;
- научиться задавать подписи к элементам векторного слоя;
- научиться редактировать фон макета карты, дополнительные надписи, указатель сторон света.

### Задание 1. Корректировка строчных данных в ячейках для преобразования их в числовые

**Шаг 1.** Для уменьшения объема обрабатываемых данных необходимо сделать пространственную выборку из имеющего слоя building-EKB+data. Для этого надо воспользоваться инструментом **Select features by Polygon** (рис. 2.68).

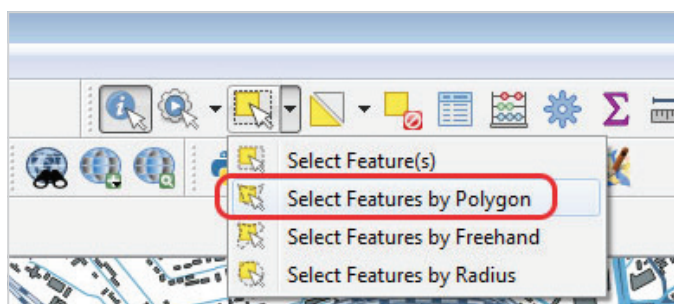


Рис. 2.68. Расположение инструмента **Select features by Polygon**

Поставьте ряд точек по периметру центра г. Екатеринбурга и завершите выделение нажатием правой клавиши мыши (рис. 2.69).

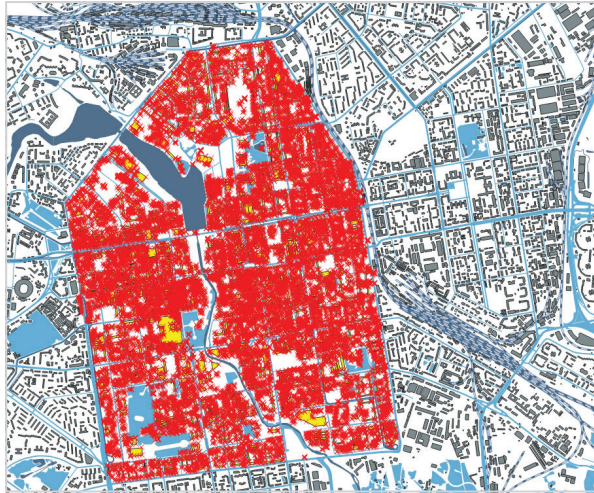
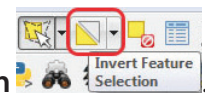


Рис. 2.69. Пример пространственной выборки из имеющегося слоя



После этого нажмите кнопку **Invert Feature Selection**, программа выделит все элементы, кроме выделенных ранее. Все полигоны зданий за пределами центра можно удалить.

Сохраните получившиеся полигоны как новый SHP-слой (рис. 2.70).

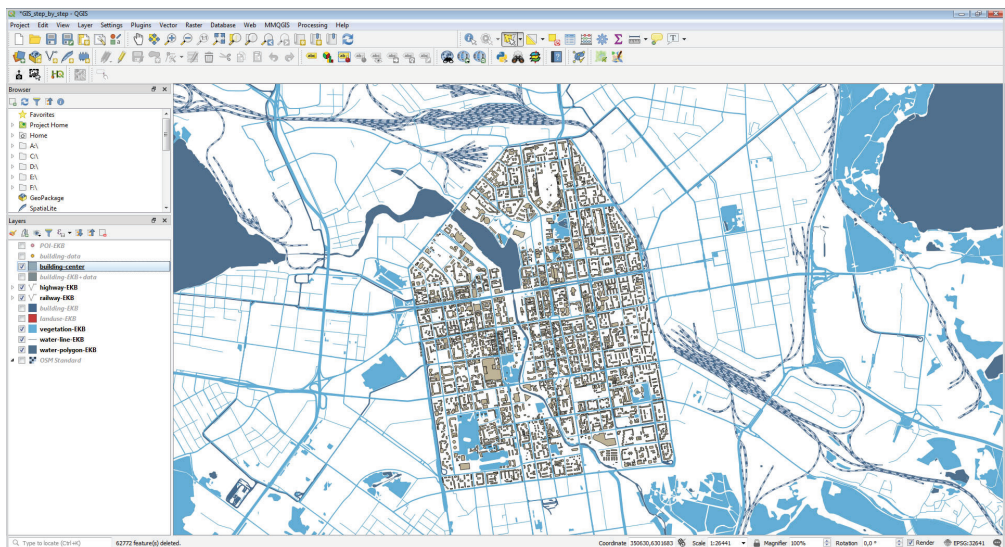


Рис. 2.70. Результат сохранения выбранных полигонов

**Шаг 2.** Откройте таблицу атрибутов нового слоя. С помощью кнопки **Delete field** (рис. 2.71) удалите колонки ADDR\_PLACE, NAME, OSM\_TYPE. Эти значения нам в дальнейшем не понадобятся (рис. 2.72).

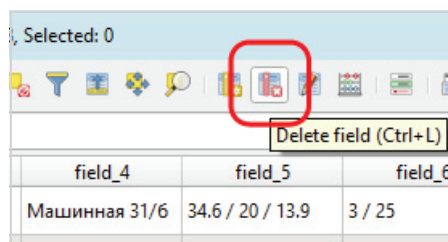


Рис. 2.72. Расположение команды **Delete field**

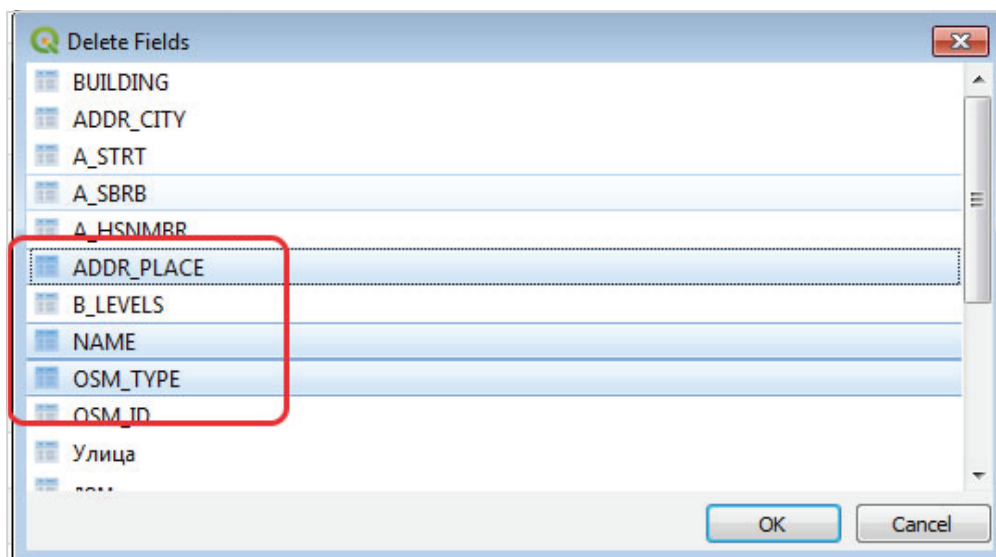


Рис. 2.72. Колонки, предназначенные для удаления

**Шаг 3.** Ознакомьтесь с содержанием колонок в таблице атрибутов. Вы увидите, что даты постройки и этажность зданий в соответствующих колонках выровнены по левому краю ячеек и зачастую кроме цифр содержат иные символы. Дело в том, что перед вами не числа, а строки — совершенно другой тип данных (по сути, буквы), с которым нельзя производить математические вычисления (рис. 2.73).

**Шаг 4.** Чтобы преобразовать такой тип данных в числа, необходимо избавиться от посторонних символов. Для этого включите режим



редактирования слоя в левом верхнем углу таблицы атрибутов и двойным щелчком по названию колонки **Этажность** сгруппируйте все элементы в убывающем порядке 9–1 (рис. 2.74).

этажн	Подье	Год	Кварт	Жител	Нежил
10	1	2001	36	88	1
10/17	10	2001/2002/2003...	573	1172	
6/7	3	2002	29	50	4
7	3	2002	66	120	7
7/мансарда	2	2002	24	46	3
5	3	2002	29	55	
10/12	2	2002	68	139	4
10	2	2002	70	760	118
9/19	2	2002/2003	123	313	6
5/10//16	3	2002/2003/2004	88	215	5

Рис. 2.73. Значения полей сформированы строками

лица	дом	этажн	Подье	Год	
ла Жук...	14	9/19		2002/2003	123
ская	55	9/16/20/		2016	365
ва	31	9/11/14	7	2002/2005/ 200...	266
акова	109	9/11	2	1996	56
истов	51	9/10/12	3	1987/1988	131
ная	82	9	1	1965	67
ная	76	9	1	1965	67
ная	86	9	1	1965	67

Рис. 2.74. Пример группирования элементов в верхней части таблицы атрибутов

**Шаг 5.** Необходимо скорректировать содержание ячеек колонки, оставляя в них лишь самую большую указанную этажность. Например, если для здания переменной этажности указано «9/10/12», то оставить надо только «12». Во всех остальных ячейках необходимо указать «0».

Для этого необходимо в таблице атрибутов выделить все элементы таблицы, содержащие значение **NULL** в колонке **Этажность** (нажать левой кнопкой мыши на порядковый номер строки и, удерживая **Shift**, выделить все последующие элементы до конца таблицы). Затем включить инструмент редактирования выбранных элементов — **Modify the Attributes of all Selected Features Simultaneously** (рис. 2.75).

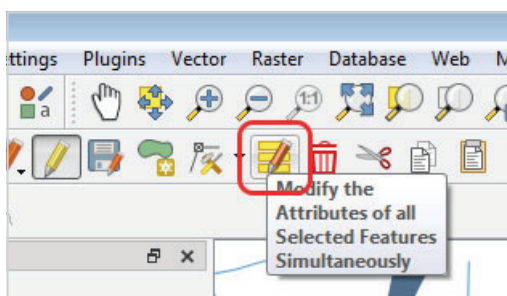


Рис. 2.75. Расположение инструмента группового редактирования атрибутов слоя

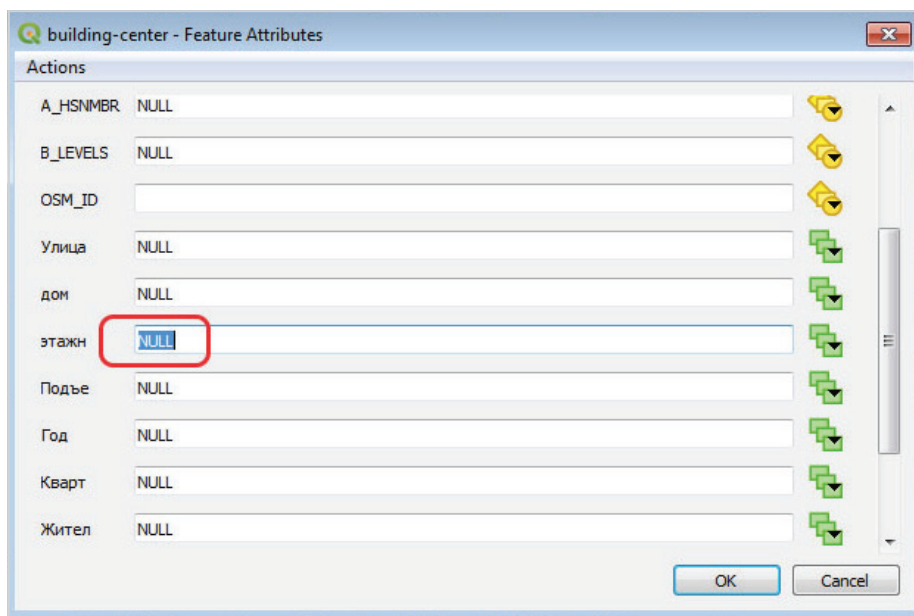


Рис. 2.76. Внесение изменений в атрибуты выбранной группы объектов

Для всех выделенных элементов слоя здесь можно проставить единое значение для колонки **Этажность** — «0» (рис. 2.76).

**Шаг 6.** Шаги 4–5 проделать с колонкой дат, но здесь мы будем оставлять в ячейке только самую раннюю дату постройки (рис. 2.77).

этажн	Подье	Год	
4	3	1928	24
5	5	1923	45
2	2	1922	8
4	2	1917	11
8	1	1917	12
3	6	1917	44
3	2	1917	12

Рис. 2.77. Значения полей **Год** и **Этажность**

## Задание 2. Создание макета карты для слоя buildings с градуированными значениями (год постройки)

**Шаг 1.** Необходимо преобразовать строчные данные в числовые. Для этого в таблице атрибутов слоя необходимо открыть окно **Field calculator**, калькулятор для вычислений и преобразований табличных данных, работающий на языке Python (рис. 2.78).

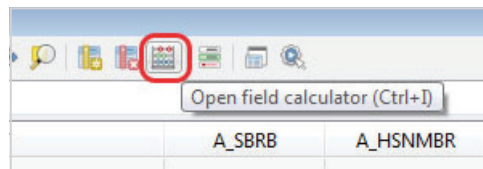
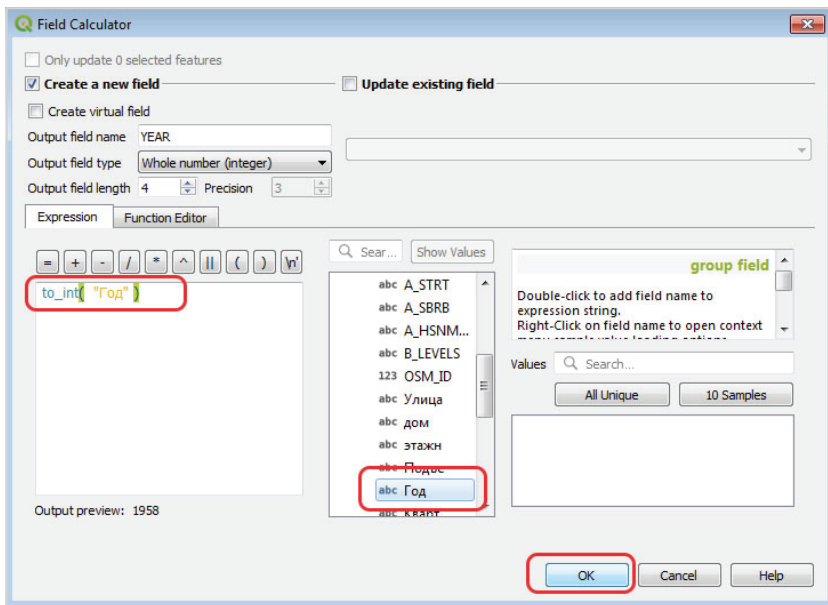


Рис. 2.78. Расположение инструмента **Field calculator**

В окне калькулятора (рис. 2.79, а) выберите создание новой колонки, называем ее **YEAR**, назначаем тип данных — **Whole number**

(integer) — целые числа, и назначьте количество знаков в этой колонке не более четырех (рис. 2.79, б).

а



б

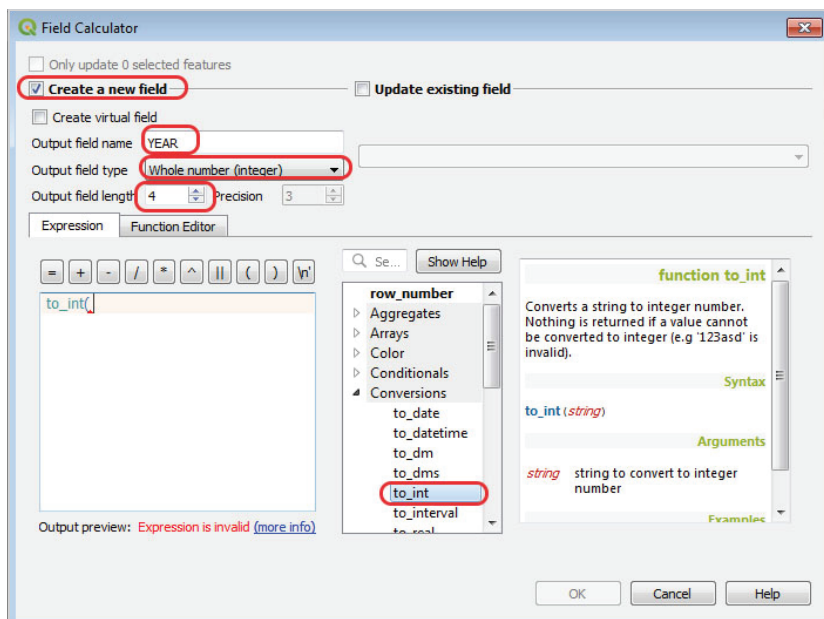
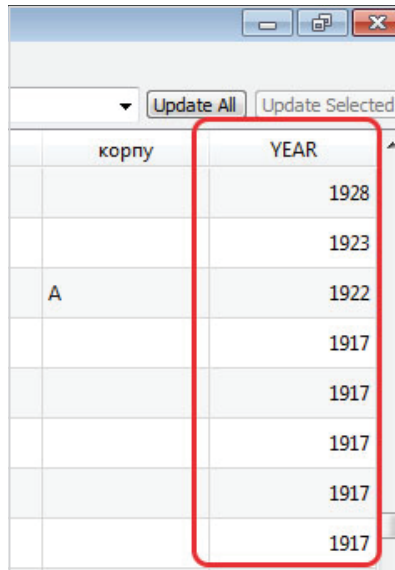


Рис. 2.79. Настройка конвертации строк в целые числа в калькуляторе полей

Сформируйте функцию, которая преобразует подготовленные нами строки в целые числа. Для этого во вкладке **Conversions** необходимо двойным кликом выбрать функцию **to\_int ()**. Далее во вкладке **Fields and Values** надо также двойным кликом выбрать колонку **Год**. Таким образом строковые значения данной колонки будут становиться атрибутами назначенной функции. После обозначения атрибута надо закрыть скобки и нажать кнопку **OK**.

Если корректировка строчных значений была выполнена правильно и в колонке **Год** не осталось ни одного нецифрового символа, то алгоритм преобразует данные в числа, что будет отражаться за счет выравнивания всех значений по правой стороне ячеек (рис. 2.80).



корпу	YEAR
	1928
	1923
A	1922
	1917
	1917
	1917
	1917
	1917

Рис. 2.80. Результат конвертации строк в целые числа

**Шаг 2.** Удалите из таблицы колонку **B\_LEVELS**. Затем повторите те же самые операции для колонки **Этажность** и сформируйте новую колонку **B\_LEVELS** с целыми числами в качестве значений.

**Шаг 3.** Откройте свойства созданного и отредактированного слоя зданий в центре Екатеринбурга. Замените **Single symbol** на **Graduated**. В качестве колонки для классификации данных обозначьте созданную колонку **YEAR**. Выберите **Equal interval** как способ классификации, назначьте 8 градаций и обозначьте соответствующие интервалы времени (1850–1917, 1917–1941, 1941–1945, 1945–1953, 1953–1964, 1964–



1991, 1991–2000, 2000–2019). Эти интервалы отражают разные исторические этапы застройки советских и российских городов. Нажмите кнопку **Classify**. Посмотрите, что получилось (рис. 2.81).

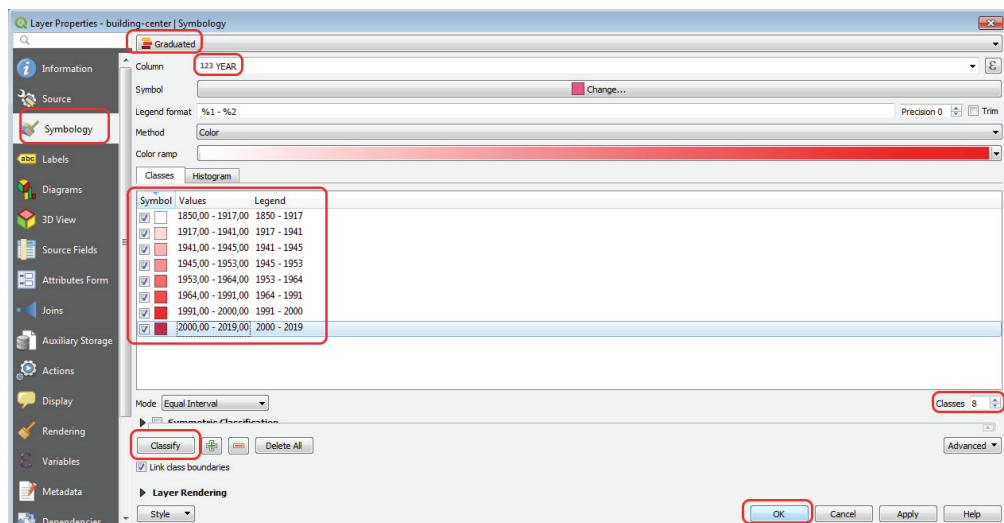


Рис. 2.81. Настройка градуированного стиля отображения слоя **building-center**

На карте городского центра вы видите окрашенные в соответствии с заданной хронологией полигоны зданий, и их явно стало меньше, чем было до того (рис. 2.82). Причина этого в том, что не все полигоны в нашем слое имели значение в колонке **YEAR**. Значительная часть ячеек здесь была пустой.



Рис. 2.82. Результат применения градуированного стиля

**Шаг 4.** Чтобы отразить все имеющиеся полигоны, необходимо в стиле отображения слоя добавить один дополнительный класс со значением в диапазоне 0—1850 (рис. 2.82).

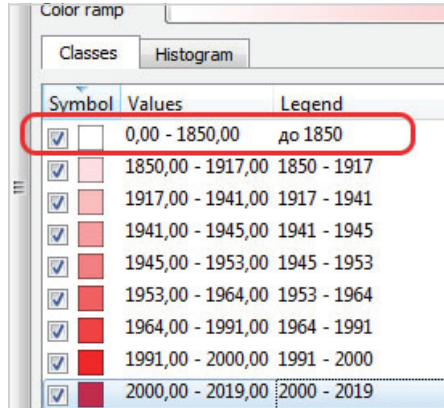


Рис. 2.82. Добавление дополнительного класса значений в градуированный стиль

**Шаг 5.** Откорректируйте цветовую растяжку стиля отображения зданий разных периодов постройки так, чтобы самые старые здания обозначались красным, а новые — зеленым цветом (рис. 2.83). Удалите обводку с полигонов.

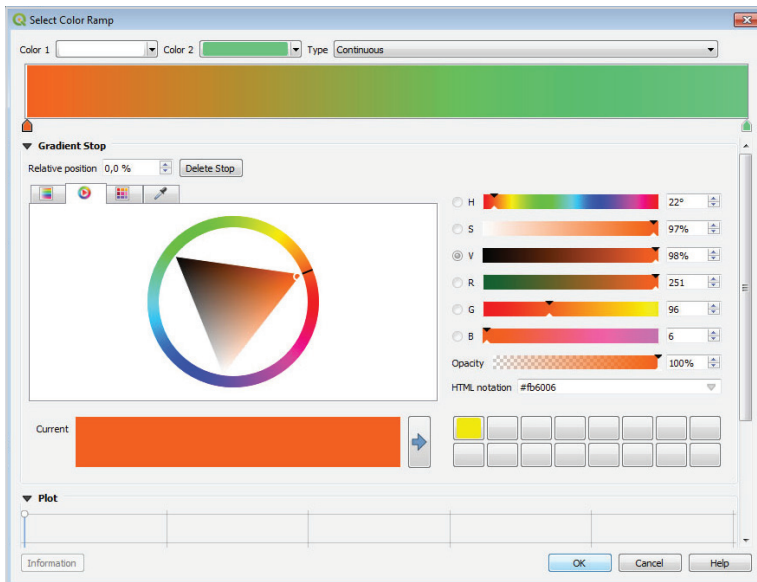


Рис. 2.83. Рабочее окно **Select Color Ramp**

Слой должен отображаться примерно так (рис. 2.84).



Рис. 2.84. Результат корректировки цветовой растяжки стиля отображения зданий

**Шаг 6.** В главном меню выберите вкладку **Project**. В ней нажмите кнопку **New Print Layout** (рис. 2.85).

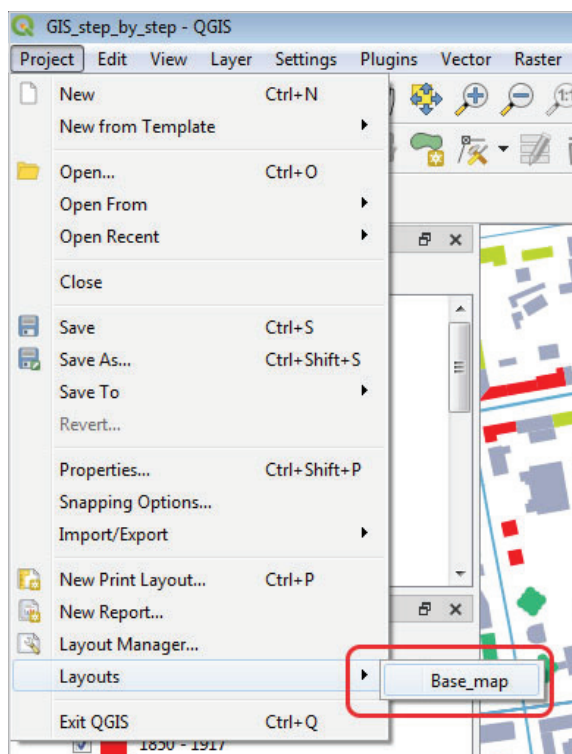


Рис. 2.85. Выпадающее меню вкладки **Project**

**Шаг 7.** Разместите карту в макете и заблокируйте слои. Пользуясь инструментом вращения **Map Rotation** (раздел **Main Properties** на панели **Item Properties**) разверните карту так, чтобы максимально вписать городской центр в горизонтальный формат листа и оставить справа от него место для условных обозначений (рис. 2.86).

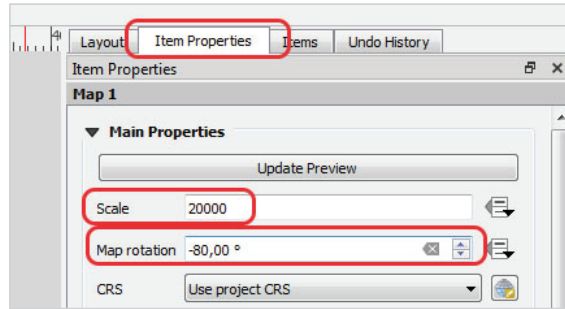


Рис. 2.86. Вкладка **Item Properties**

**Шаг 8.** Установите цвет фона для этого макета, скопировав его с макета, созданного ранее. Оттуда же можно скопировать надпись и масштабную линейку. Должно получиться примерно так (рис. 2.87).



Рис. 2.87. Макет карты хронологии застройки центральной части Екатеринбурга

**Шаг 9.** Добавьте в макет условные обозначения. Для этого в маке-

те карты нажмите кнопку **Add a new Legend to the layout**  и разместите его в рабочем поле макета.

Для появившегося списка слоев снимите выделение **Auto update** на панели **Item Properties** (рис. 2.88). Это позволит вам удалить из списка лишние слои и отредактировать вид условных обозначений.

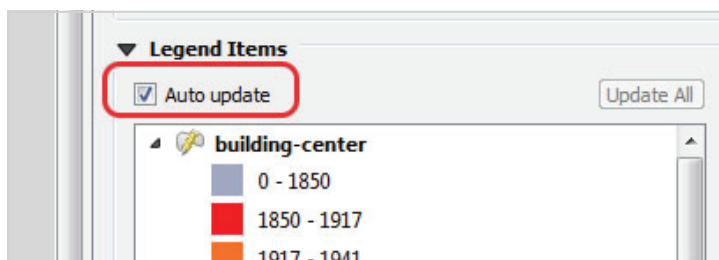


Рис. 2.88. Окно **Legend Items**

**Шаг 10.** Отредактируйте фон, шрифты и содержание подписей в Условных обозначениях.

**Шаг 11.** Распечатайте карту в растровом формате. Для этого надо нажать кнопку **Export as Image** (рис. 2.89).

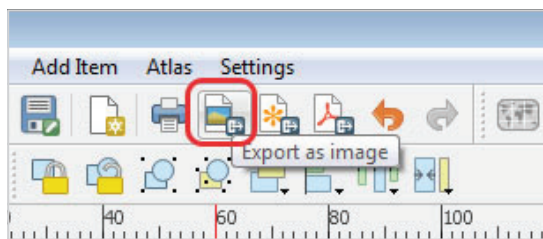


Рис. 2.89. Расположение инструмента сохранения макета карты в формате jpeg

Должно получиться примерно так (рис. 2.90).



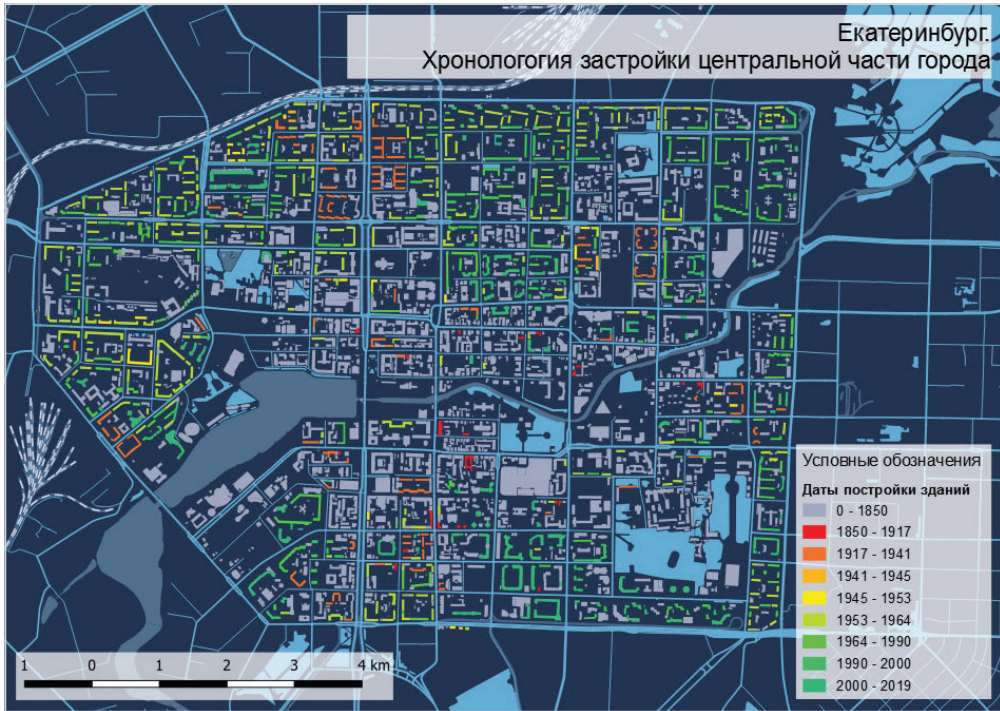


Рис. 2.90. Результат выполнения задания № 2

### Задание 3. Создание тепловой карты плотности магазинов на основе точечного слоя POI

**Шаг 1.** Откройте таблицу атрибутов слоя POI-point. Двойным кликом по названию колонки сгруппируйте элементы, имеющие атрибуты в колонке **SHOP** (рис. 2.91). Выделите все элементы и сохраните в отдельный слой (**Layer — Save as**). Не забудьте при сохранении поставить галочку рядом с опцией **Save only selected features** (рис. 2.92).

**Шаг 2.** Сбросьте выделение элементов в слое POI. Далее найдите в нижней левой части таблицы атрибутов меню фильтрования элементов и в нем выберите **Field Filter — Amenity** (рис. 2.93).

В окошке фильтра наберите «safe» и нажмите **Enter**. Программа выделит все элементы, имеющие атрибут «safe» из нижней части таблицы. Необходимо выбрать из отфильтрованных элементов те, что ничего не имеют в колонке **SHOP**. Они должны были остаться в верхней части списка. Обратите внимание, что в заголовке таблицы ука-

зан слой, которому принадлежит данная таблица атрибутов, число отфильтрованных и выбранных элементов (рис. 2.94).

POI-EKB :: Features Total: 12274, Filtered: 12274, Selected: 4736

	NAME	MAN_MADE	LEISURE	AMENITY	OFFICE	SHOP	TOURISM	SPORT	OSM_TYPE	OSM_ID
1	Церковная лав...					yes			node	3732876579
2	Центр обслуж...					yes			node	3891447547
3	Фарфор Сысе...					yes			node	3732876578
4	УралСОТ					yes			node	4271024871
5	Уралкабель					yes			node	2669555651
6	Система цвета					yes			node	3604817949
7	Сигнум					yes			node	4684591921
8	Северная казна					yes			node	4813298299
9	СбербанкКир...			atm		yes			node	2514703448
10	Пол дома					yes			node	2028140239

Рис. 2.91. Выделение элементов, сгруппированных в верхней части таблицы атрибутов

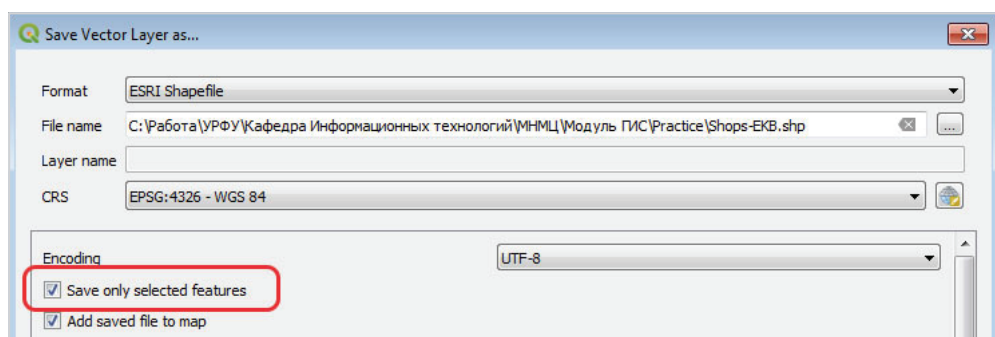


Рис. 2.92. Диалоговое окно **Save Vector Layer as...**

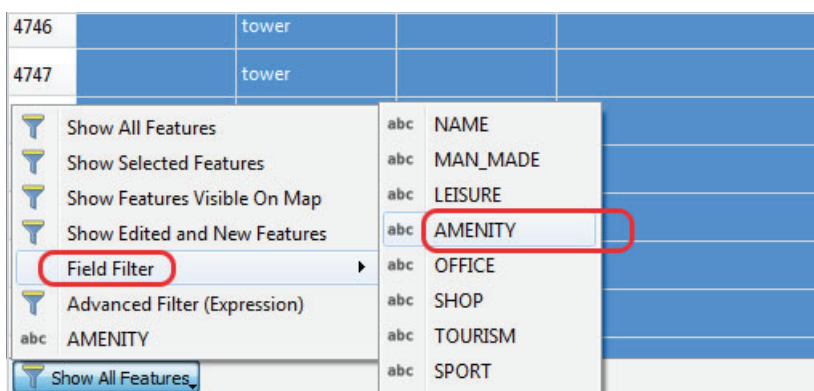
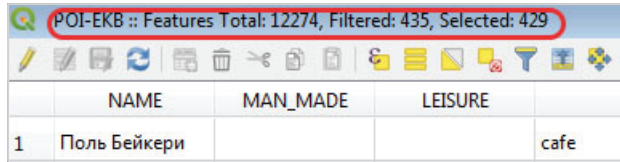


Рис. 2.93. Меню фильтрации элементов по полю **Amenity**

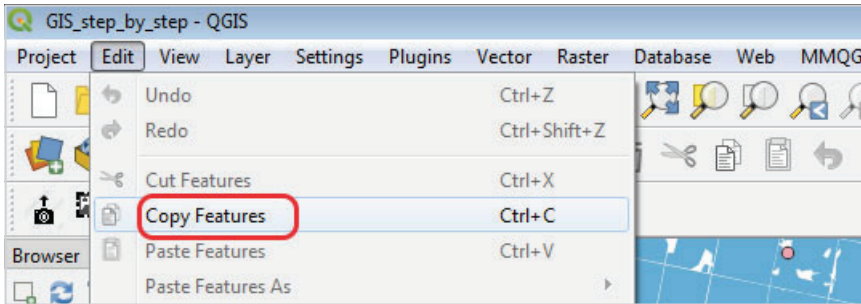


	NAME	MAN_MADE	LEISURE	
1	Поль Бейкери			cafe

Рис. 2.94. Отображение числа отфильтрованных элементов

**Шаг 3.** Перейдите в основное окно программы и во вкладке **Edit** главного меню выберите **Copy features** (рис. 2.95, а).

а



б

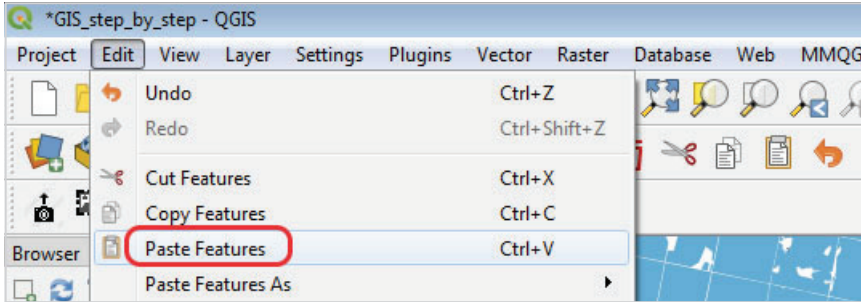


Рис. 2.95. Копирование отфильтрованных элементов

Затем включите режим редактирования на ранее созданном слое **SHOP** и вставьте в него выбранные кафе. **Edit — Paste features** (рис. 2.95, б).

**Шаг 4.** Описанным в шаге 3 способом добавьте в слой **SHOPS** элементы слоя **POI**, имеющие атрибут **pharmacy**, **atm** и **fast\_food** в колонке **AMENITY**. Таким способом мы попытались собрать в слое **SHOP** все элементы слоя **POI**, имеющие отношение к уличной торговле.

**Шаг 5.** С помощью инструмента **Topology checker** проверьте, не оказалось ли в новом слое перекрывающих друг друга и дублирующих точек.

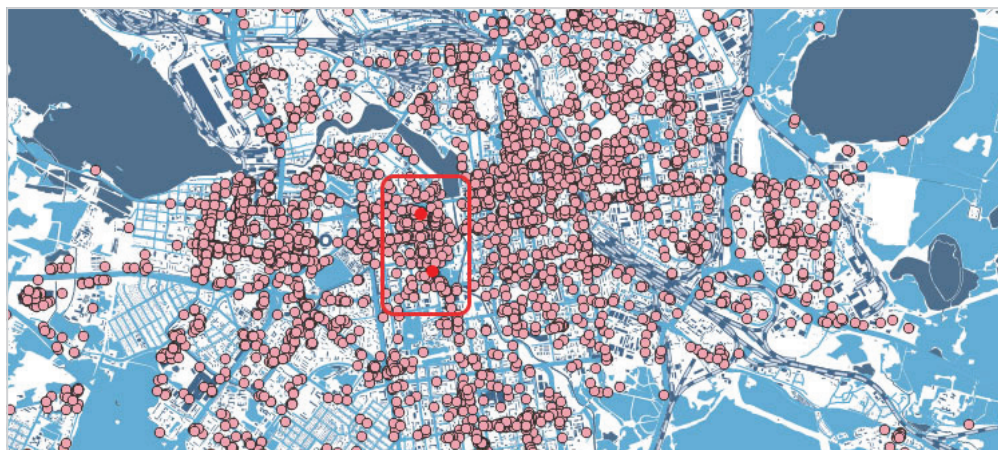


Рис. 2.96. Результат проверки дубликатов точек в новом слое

**Шаг 6.** Получившаяся карта (рис. 2.96) содержит много правильных точек, но все еще малоинформативна. Сделаем из нее так называемую «тепловую» карту, которая строится по алгоритму, известному в математике как «оценка ядерной плотности». Для этого в параметрах слоя выберем вкладку стиля, а в ней поменяем тип знака с **Single symbol** на **Heatmap** (рис. 2.97, а).

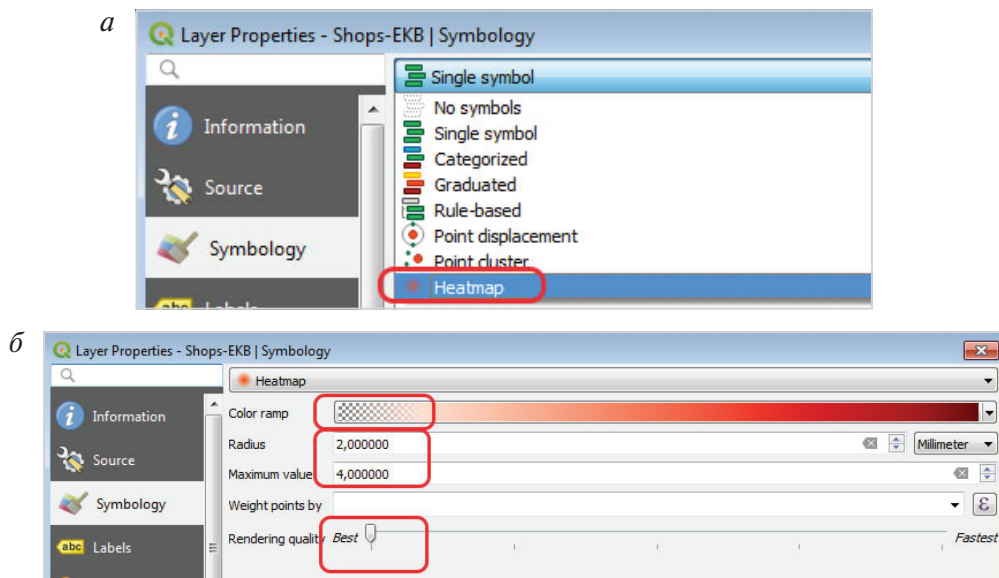


Рис. 2.97. Изменение типа символа в свойствах слоя (а) и настройка параметров тепловой карты (б)



**Шаг 7.** С помощью настроек отображения тепловой карты отрегулируем прозрачность левой части цветового спектра. Зоны отсутствия точек не будут в этом случае окрашиваться. Укажите наилучшее качество **Rendering quality** (рис. 2.97, б).

**Шаг 8.** Создайте новый макет карты, отражающей плотность распределения уличной торговли в Екатеринбурге (рис. 2.98).

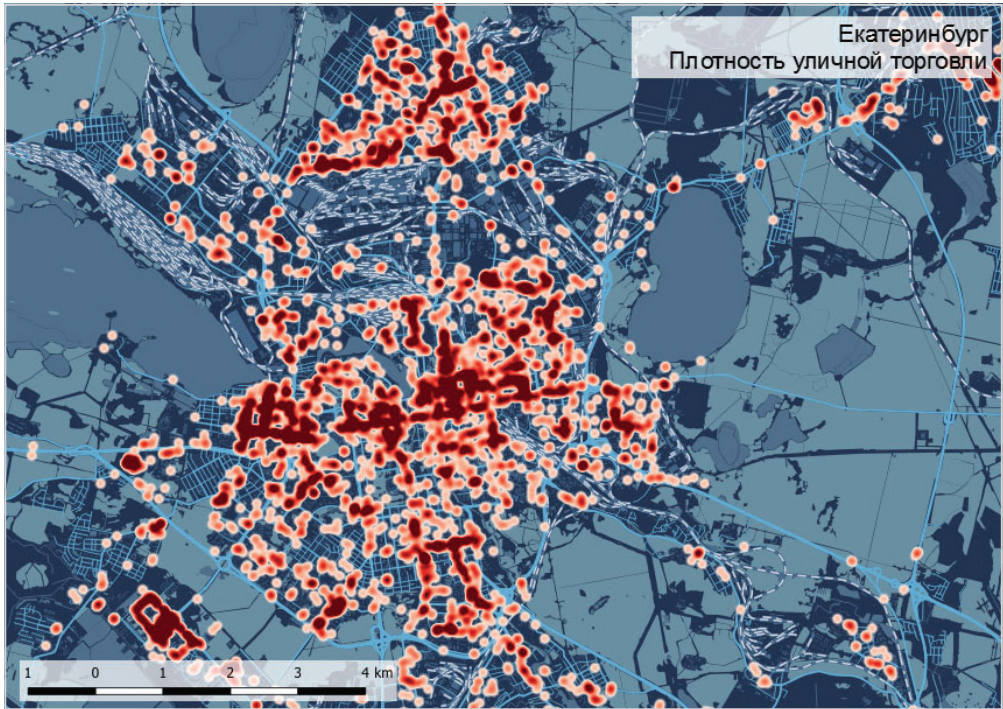


Рис. 2.98. Макет тепловой карты, отражающей плотность уличной торговли

#### Задание 4. Создание карты с подписями для слоя **water-polygon**

**Шаг 1.** Настроим отображение подписей для объектов слоя. В свойствах слоя **water-polygon** выберите вкладку **Labels**, а в ней — тип **Single labels** (рис. 2.99, а).

**Шаг 2.** В окне настройки подписей необходимо выбрать колонку, из которой будет браться семантика, **NAME** в данном случае. Для текста настроить стиль шрифта, его тип и размер (рис. 2.99, б).



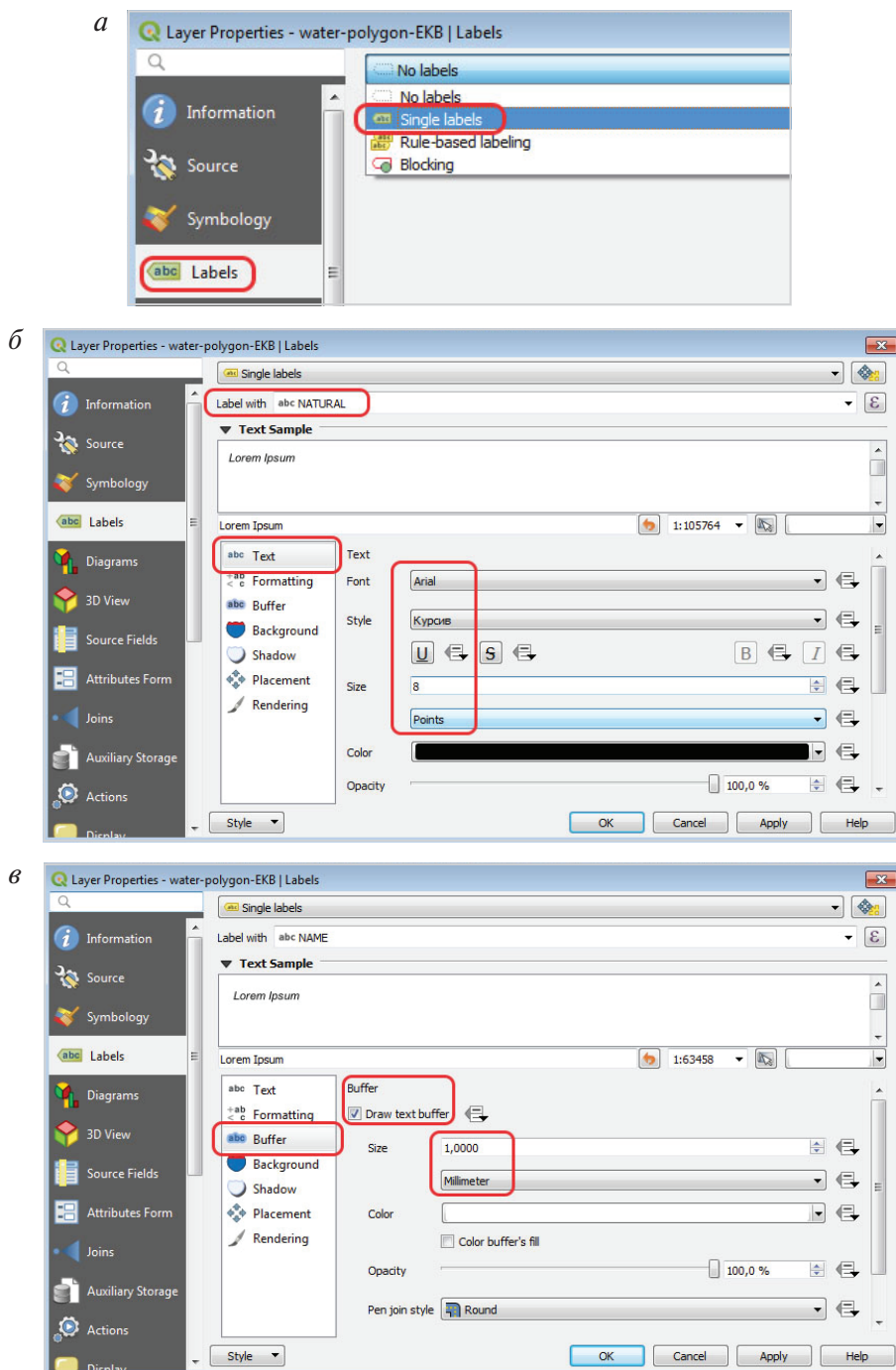


Рис. 2.99. Переключение на единичные подписи слоя (а) и настройка параметров текста во вкладке **Labels** (б, в)

**Шаг 3.** В окне настройки подписей настроить цвет и размеры обводки вокруг подписей. Для этого нужно поставить галочку в опции **Draw text buffer** (рис. 2.99, в).

**Шаг 4.** Создайте новый макет карты для слоя **water**. Заблокируйте слои. Скопируйте базовый цвет фона в новый макет (рис. 2.100).



Рис. 2.100. Карта с подписями слоя **water-poligon-EKB**

**Шаг 5.** Чтобы убрать лишние надписи «Исеть», выделите соответствующие полигоны (рис. 2.101) и с помощью инструмента **Modify Attributes of selected features** удалите соответствующую строку в колонке **NAME**.



Рис. 2.101. Выделение объектов слоя **water-poligon-EKB**

**Шаг 6.** Откройте свойства слоя и зайдите во вкладку **Symbology**. Замените **Single symbol** на **Categorized** и настройте категоризацию в колонке **NATURAL**. Болота и водная поверхность теперь отражаются разным цветом (рис. 2.102).

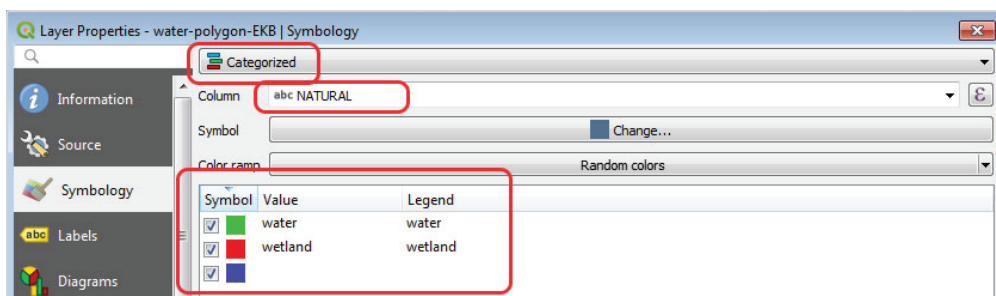


Рис. 2.102. Категоризация по полю **NATURAL** слоя

**Шаг 7.** Для полигонов wetland замените способ отображения с **Simple fill** на **Line pattern fill** и настройте параметры линий (рис. 2.103).

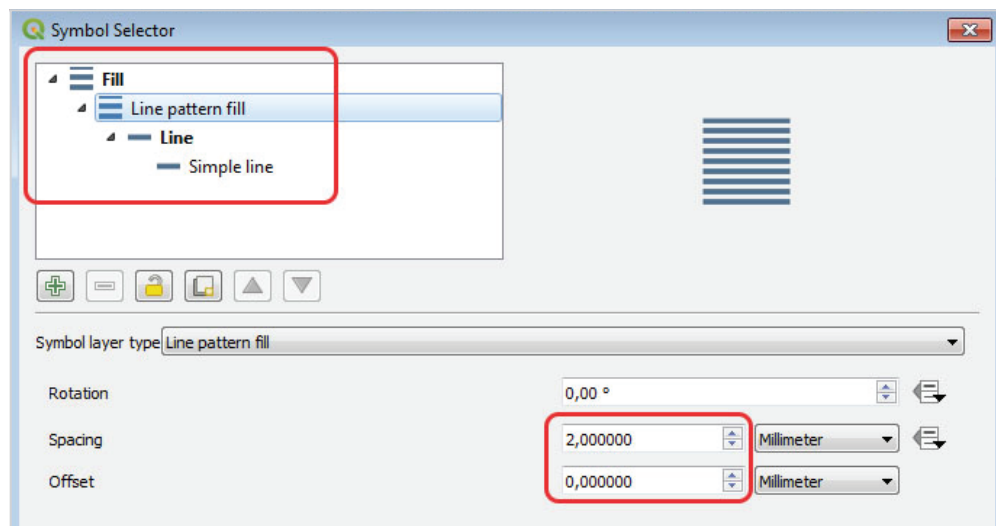


Рис. 2.103. Настройка линейного заполнения полигонов с атрибутом **Wetland**

**Шаг 8.** Экпортируйте в растр получившуюся карту (рис. 2.104).



Рис. 2.104. Макет карты с подписями водных объектов

## Задание 5. Домашнее задание

Зарегистрируйтесь на сайте [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org).

## **Практическая работа № 4. Работа с OpenStreetMap и файлами CSV**

**Цель работы** — научиться пользоваться функциями OSM и редактировать файлы CSV. С одной стороны, это развивает навыки использования и формирования данных OSM, с другой — развивает способности обработки табличных пространственных данных в текстовом формате.

### **Задачи:**

- научиться получать данные с помощью сервиса overpass turbo;
- научиться вносить правки в карту OSM;
- научиться пользоваться программой OpenCalc для создания файла CSV;
- научиться устанавливать разделитель полей, кодировку UTF8, преобразовывать типы данных (дата, строка, число, url).

### **Задание 1. Изучение системы тегов ключ — значение, используемых в OSM**

**Шаг 1.** Откройте в браузере справочный ресурс OSM ([https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map\\_Features](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features)) и ознакомьтесь со списком используемых пар «ключ=значение». Обратите внимание на указание типа объектов (точка, линия, полигон) и наличие описания и фотографий объектов, которые отмечаются соответствующим образом на картах OSM (рис. 2.105).

Поищите интересные вас теги на другом справочном ресурсе — <http://tagfinder.herokuapp.com/>.

### **Задание 2. Использование сервиса overpass для получения данных OSM**

**Шаг 1.** Откройте сервис Overpass turbo в вашем браузере (<http://overpass-turbo.eu/>).

В настройках сервиса проверьте сервер, через который он работает. Для работы необходимо, чтобы был выбран сервер **kumi** (рис. 2.106).



















landuse	vineyard		A piece of land where grapes are grown.		
Key	Value	Element	Description	Rendering	Photo
Other Landuse Key Values					
landuse	basin		An area artificially graded to hold water. Together with <code>basin=*</code> for stormwater/rainwater infiltration/detention/retention basins. Other languages@.		
landuse	brownfield		Describes land scheduled for new development where old buildings have been demolished and cleared		
landuse	cemetery		Place for burials. You can add <code>religion=*</code> (values listed in the <a href="#">place of worship</a> page). Smaller places (e.g. with a church nearby) may use <code>amenity=grave_yard</code> instead.		
landuse	conservation		Protected areas (Not approved) Alternate tagging of same thing: <code>boundary=protected_area, protected_area=*</code>		
landuse	depot		An area used as a depot for e.g. vehicles (trains, buses or trams). Consider using rather standard landuse tags like <code>landuse=railway</code> , <code>landuse=commercial</code> , <code>landuse=industrial</code> , with subtag like <code>industrial=depot</code> .	currently not rendered by osm-carto	

Рис. 2.105. Содержание справочного ресурса OSM

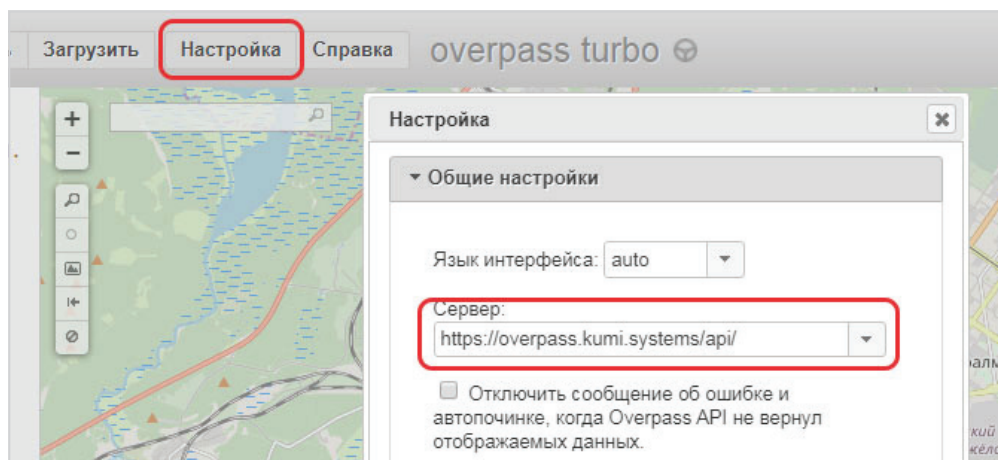
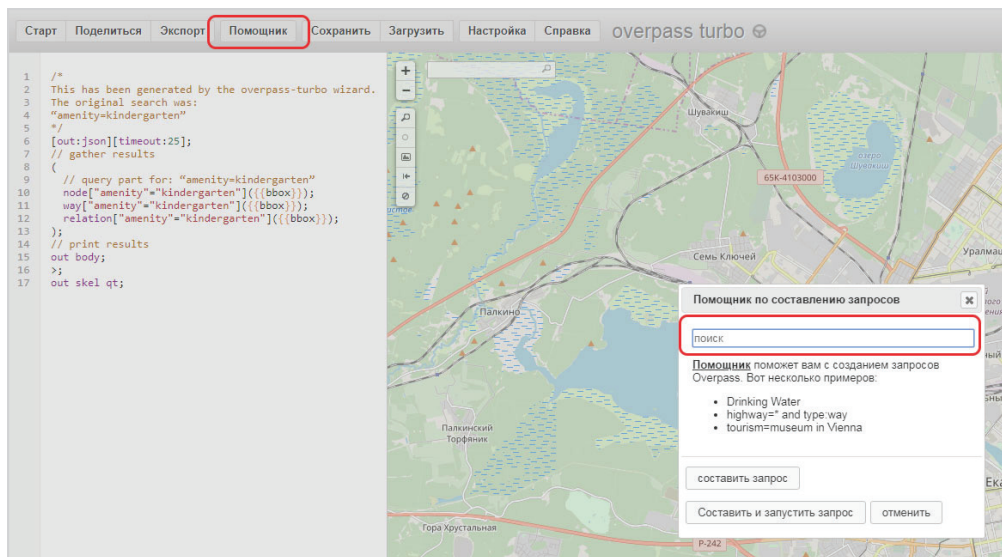
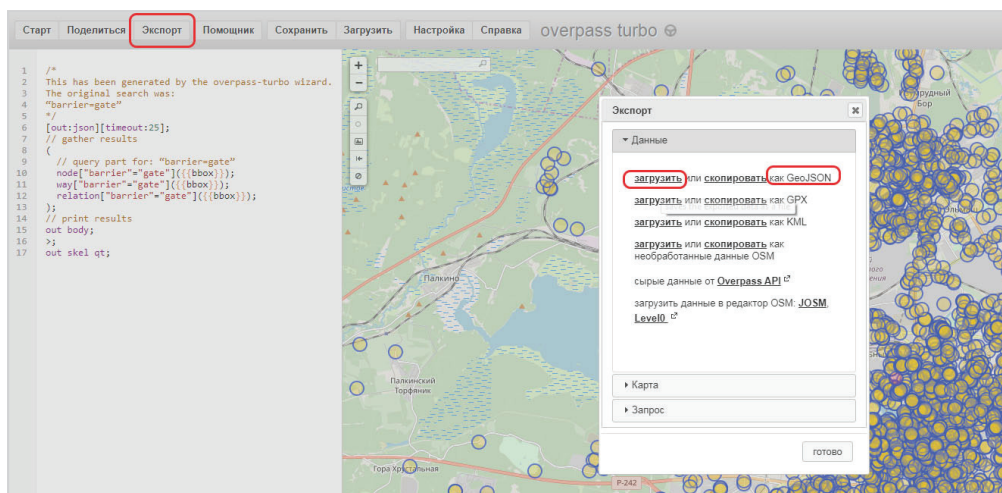


Рис. 2.106. Настройка сервера для сервиса **overpass-turbo**

**Шаг 2.** Для формирования запроса к серверу нажмите кнопку **Помощник**. Окно поиска предназначено для указания пар `key=value` (рис. 2.107).

Сформируйте не менее трех запросов, например: `barrier=gate`, `amenity=fast_food`, `building=kiosk`. Нажмите кнопку **Составить и запустить запрос**.

Рис. 2.107. Вкладка **Помощник** сервиса **overpass-turbo**Рис. 2.108. Экспорт данных по тегу **barrier=gate** в формате **GeoJSON**

**Шаг 3.** Полученные данные необходимо загрузить в папку проекта в формате **GeoJSON** (рис. 2.108). Такой формат текстового файла позволяет хранить пространственные данные в человекочитаемом формате.

**Шаг 4.** Загрузите полученные файлы в свой проект с помощью инструмента **Add vector layer** и преобразуйте их в файлы формата **SHP** (рис. 2.109). Обратите внимание, что в одном файле формата **GeoJSON**

могут храниться данные о разных пространственных типах данных (полигон, точка, линия).



Рис. 2.109. Добавление слоя **GeoJSON** в проект QGIS

Как вы можете убедиться, данные получить можно довольно легко, но они явно неполные. Попробуем дополнить данные OSM.

### **Задание 3. Создание правок карты OSM с помощью онлайн-редактора**

**Шаг 1.** Откройте ресурс <https://www.openstreetmap.org> (рис. 2.110), войдите в свою учетную запись и включите режим правки.

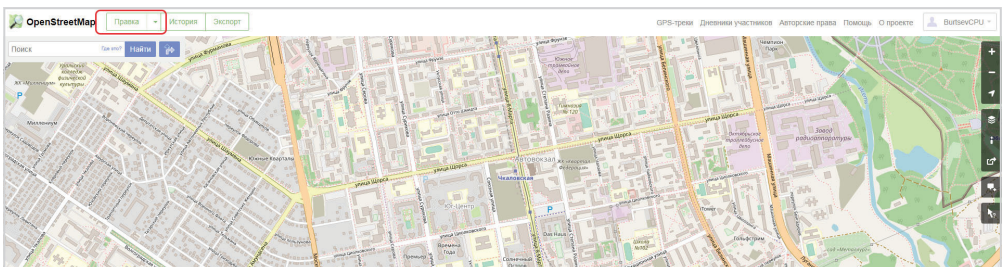


Рис. 2.110. Окно **OpenStreetMap**

Выберите хорошо известные вам участки города, обратите внимание на геометрию зданий, заборов, территорий, расположение ма-



газинов, банкоматов и других деталей (рис. 2.111). Внесите не менее 10 правок в геометрию.



Рис. 2.111. Пример участка города в OpenStreetMap

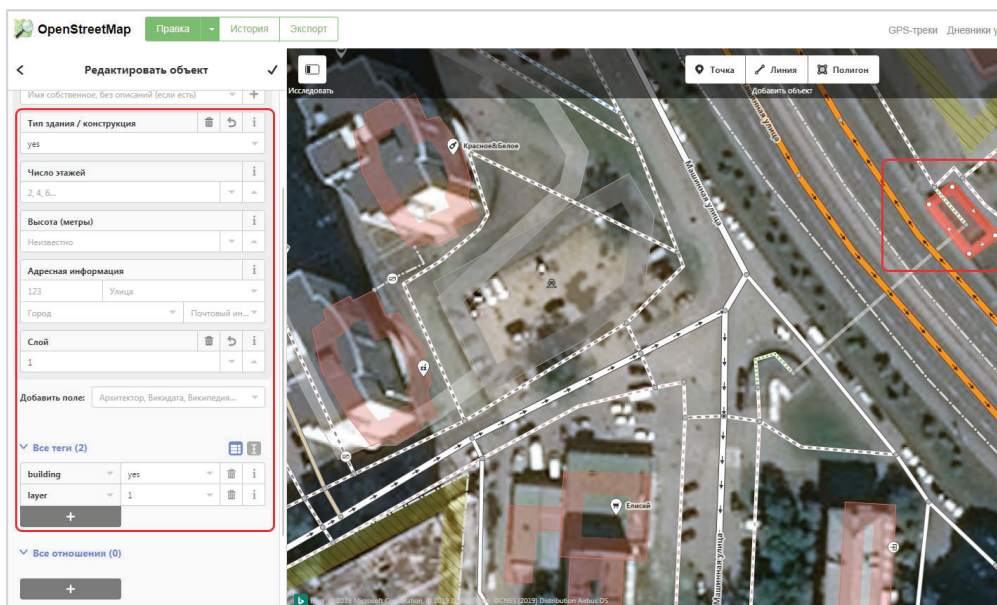


Рис. 2.112. Пример семантики здания на OSM

**Шаг 2.** Внесите не менее 15 правок, создавая новые полигональные объекты зданий, территорий, водных и лесных объектов, точеч-

ные объекты. При заполнении атрибутов (рис. 2.112) пользуйтесь справочником тегов. Обращайте внимание на сообщения о возникающих проблемах. Интерфейс онлайн-сервиса содержит подсказки, позволяющие скорректировать новые объекты в соответствии с установленными правилами сообщества OSM (рис. 2.113).

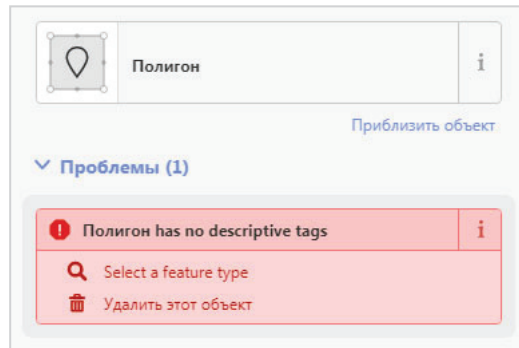


Рис. 2.113. Сообщение об отсутствии тегов у полигонального объекта OSM

**Шаг 3.** Сохраните пакет всех 25 сделанных правок, нажав на кнопку **Сохранить** (рис. 2.114).

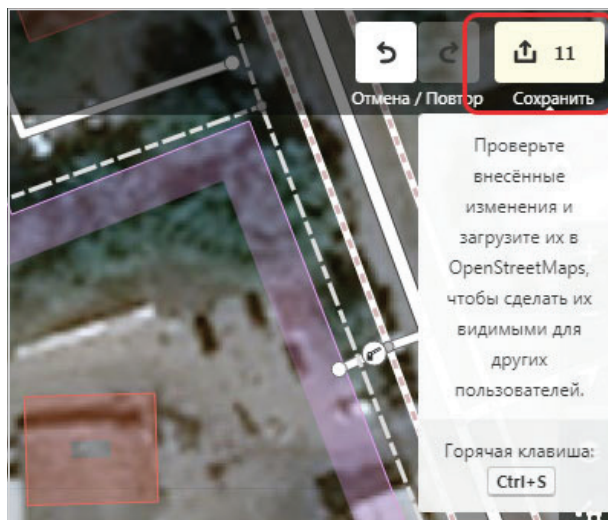


Рис. 2.114. Сохранение правок OSM

Нажмите на кнопку **Скачать OSMChange file**. Сохраните файл внесенных правок и отправьте его для проверки преподавателю (рис. 2.115).



Внесенные вами правки поступят на сервер OSM и станут общедоступны спустя один-два дня.

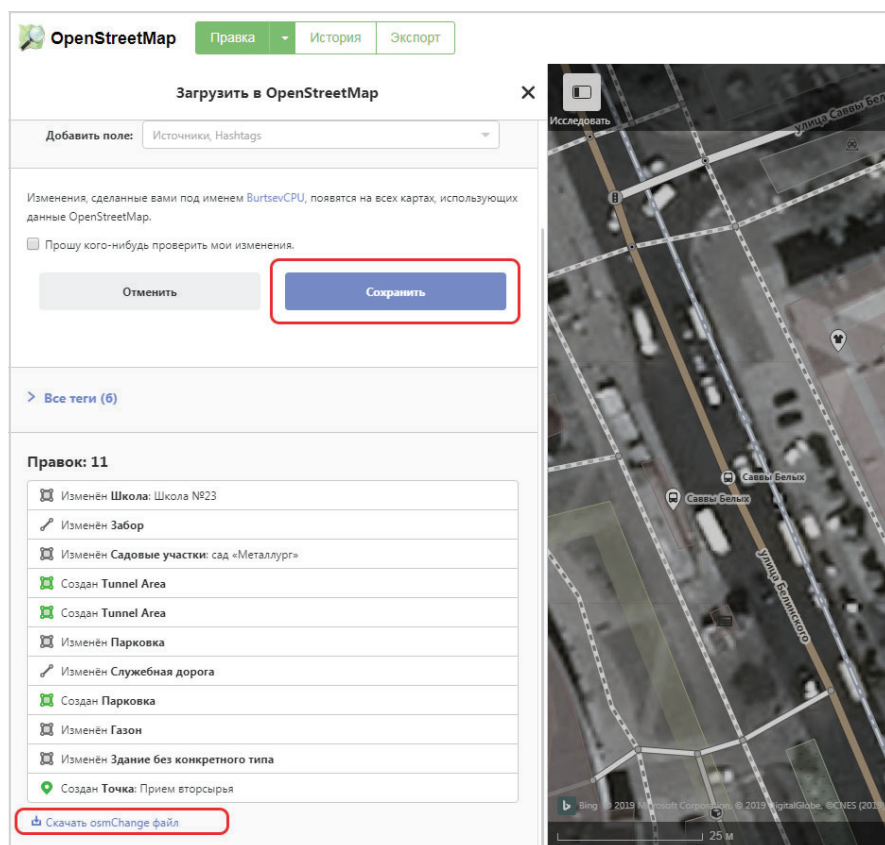


Рис. 2.115. Скачивание пакета правок в процессе передачи данных на сервер OSM

#### Задание 4. Преобразование табличных данных в файл формата CSV, обработка значений

**Шаг 1.** Откройте выданный преподавателем файл в формате XLSX. Выделите все колонки, скопируйте содержимое в новый файл, созданный в программе OpenCalc (рис. 2.116, а).

**Шаг 2.** Выворачивайте ширину колонок, чтобы хорошо видеть данные (см. рис. 2.116, б).

**Шаг 3.** Выберите колонку **Адрес** и скопируйте ее содержание в одну из свободных колонок справа от ваших данных (рис. 2.116, в).

а

	A	B	C	D	E
1	Ивент/событие/встреча	Ссылка	Количество активных Организатор	Организатор	Место
2	Конкурс инновационных команд "КУБ".	<a href="https://vk.com/kmikkub">https://vk.com/kmikkub</a>	288	Евгения Досаева, <a href="https://vk.com/geira">https://vk.com/geira</a>	ул. Дзержинск
3	Fogstream Python Course v 2.0	<a href="https://vk.com/fogstreampythoncoursev2">https://vk.com/fogstreampythoncoursev2</a>	123	Egor Proskuryakov, <a href="https://vk.com/x_johnny_x">https://vk.com/x_johnny_x</a>	ул. Истомина, 6
4	Гонки дронов 2018 в Хабаровске	<a href="https://vk.com/geekrace">https://vk.com/geekrace</a>	373	face@drckhv.ru	Нет информации
5	Все об ошибках в бизнесе //МК в Хабаровске 20.07	<a href="https://vk.com/event149770844">https://vk.com/event149770844</a>	230	Антон Демин, <a href="https://vk.com/deminanton1313">https://vk.com/deminanton1313</a>	ул. Советская, 1
6	ХЛЕБНИЦА ВОЗРОЖДЕНИЕ   31 АВГУСТА	<a href="https://vk.com/hlebnitsya">https://vk.com/hlebnitsya</a>	158	Илья Андреев, <a href="https://vk.com/restflyman">https://vk.com/restflyman</a>	ул. Муравьева-Амурского, 24
7	Площадка БИЗНЕС Главпочтамт Фестиваль КВАРТАЛЫ	<a href="https://vk.com/event149154666">https://vk.com/event149154666</a>	45	Антон Демин, <a href="https://vk.com/deminanton1313">https://vk.com/deminanton1313</a>	ул. Муравьева-Амурского, 28
8	Городская СТУДЕНЧЕСКАЯ ДОБРОДЕТЕЛЬ   Без цензуры   23.08	<a href="https://vk.com/studvesnabk">https://vk.com/studvesnabk</a>	1097	Руслан Красильников, <a href="https://vk.com/ruslankrasil">https://vk.com/ruslankrasil</a>	ул. Тургенева, 46
9	Благотворительный забег "Второе дыхание!"	<a href="https://vk.com/blagozabeg_khv">https://vk.com/blagozabeg_khv</a>	51	Дина Борисова, <a href="https://vk.com/dina_borisova27">https://vk.com/dina_borisova27</a>	Улицы Хабаровска
10	Весенняя Неделя Добра 2018 в Хабаровске	<a href="https://vk.com/vnd_khabarovsk">https://vk.com/vnd_khabarovsk</a>	143	Станислав Кормилец, <a href="https://vk.com/mirovtoret">https://vk.com/mirovtoret</a>	Различные пло

б

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Ивент/событие/встреча	Ссылка	Количество	Организатор	Место	Дата	Адрес	Город
2	Конкурс инновационных команд "КУБ".	<a href="https://vk.com/kmikkub">https://vk.com/kmikkub</a>	288	Евгения Досаева	ул. Дзержинского, 52	01.11.18	ул. Дзержинского, 52	Хабаровск г.
3	Fogstream Python Course v 2.0	<a href="https://vk.com/fogstreampythoncoursev2">https://vk.com/fogstreampythoncoursev2</a>	123	Egor Proskuryakov	ул. Истомина, 64	01.10.18	ул. Истомина, 64	Хабаровск г.
4	Гонки дронов 2018 в Хабаровске	<a href="https://vk.com/geekrace">https://vk.com/geekrace</a>	373	face@drckhv.ru	Нет информации	01.06.18	ул. Тихоокеанская, 136	Хабаровск г.
5	Все об ошибках в бизнесе //МК в Хабаровске 20.07	<a href="https://vk.com/event149770844">https://vk.com/event149770844</a>	230	Антон Демин	ул. Советская, 1 кб	01.07.18	ул. Советская, 1 кб	Хабаровск г.
6	ХЛЕБНИЦА ВОЗРОЖДЕНИЕ   31 АВГУСТА	<a href="https://vk.com/hlebnitsya">https://vk.com/hlebnitsya</a>	158	Илья Андреев	ул. Муравьева-Амурского, 24	01.08.18	ул. Муравьева-Амурского, 24	Хабаровск г.
7	Площадка БИЗНЕС Главпочтамт Фестиваль КВАРТАЛЫ	<a href="https://vk.com/event149154666">https://vk.com/event149154666</a>	45	Антон Демин	ул. Муравьева-Амурского, 28	01.06.17	ул. Муравьева-Амурского, 28	Хабаровск г.
8	Городская СТУДЕНЧЕСКАЯ ДОБРОДЕТЕЛЬ   Без цензуры   23.08	<a href="https://vk.com/studvesnabk">https://vk.com/studvesnabk</a>	1097	Руслан Красильников	ул. Тургенева, 46	01.03.18	ул. Тургенева, 46	Хабаровск г.

в

	G	H
	Адрес	Город
	ул. Дзержинского, 52	Хабаровск г.
	ул. Истомина, 64	Хабаровск г.
	ул. Тихоокеанская, 136	Хабаровск г.
	ул. Советская, 1 кб	Хабаровск г.
	ул. Муравьева-Амурского, 24	Хабаровск г.
	ул. Муравьева-Амурского, 28	Хабаровск г.
	ул. Тургенева, 46	Хабаровск г.
	ул. Мухина, 7А	Хабаровск г.

Рис. 2.116. Окно программы OpenCalc

Выделите данные в новой колонке, затем в главном меню — **Данные** и инструмент **Текст по столбцам** (рис. 2.117).

В окне настройки инструмента выберите запятые в качестве разделителя полей (рис. 2.118).

Оцените получившийся результат (рис. 2.119). Мы разделили адрес на две колонки, первая из которых отвечает за улицу, вторая — за номер дома. Однако, не везде процесс разделения закончился удачно. Часть номеров преобразовалась в цифры, часть — в цифры с буквами, а часть —

не вполне ясно во что. Те значения, что содержат цифру и букву, — это строчный тип данных; значения, напоминающие даты, — цифровые значения. Для возвращения им вида адреса дома необходимо их исправить вручную. Например, вместо «24.01.19» вписать «24 к1».

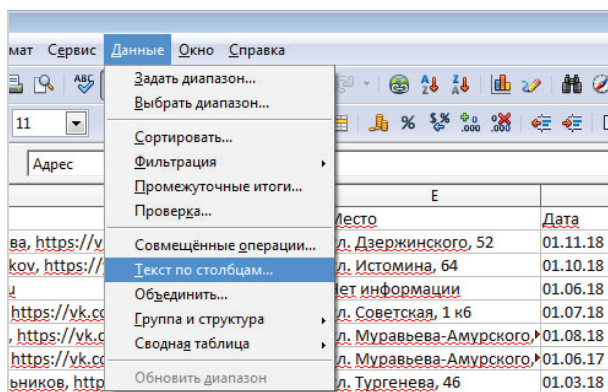


Рис. 2.117. Расположение инструмента Текст по столбцам

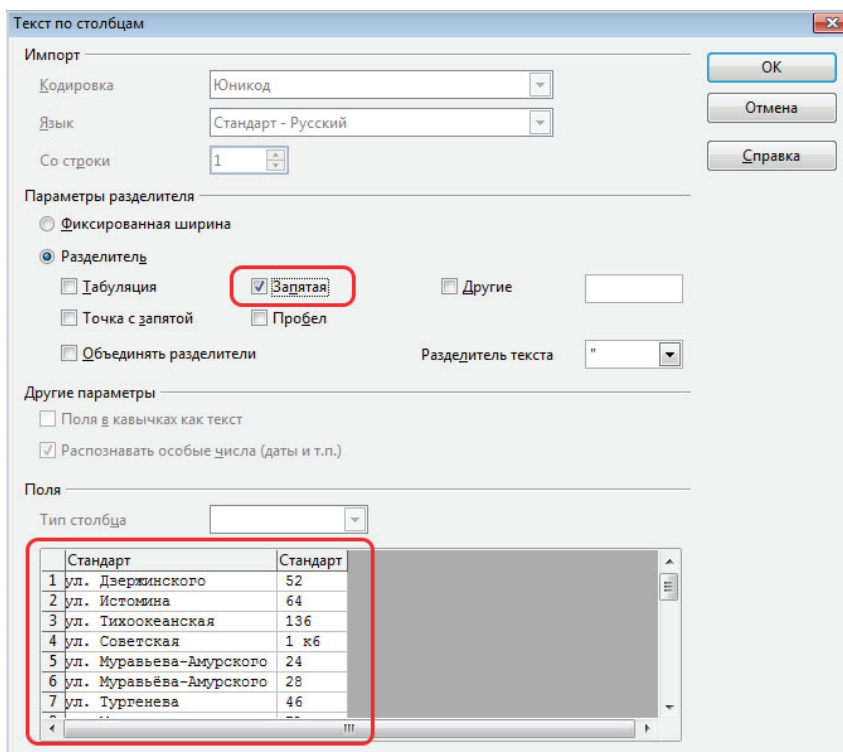


Рис. 2.118. Диалоговое окно инструмента Текст по столбцам

ул. Ленинградская, 46	Хабаровск г.	ул. Ленинградская	46
ул. Ленинградская, 23а	Хабаровск г.	ул. Ленинградская	23а
ул. Тургенева, 24/1	Хабаровск г.	ул. Тургенева	24.01.19
ул. Вахова, 106	Хабаровск г.	ул. Вахова	106
(Нет информации)	Хабаровск г.	(Нет информации)	
ул. Муравьева-Амурского, 44	Хабаровск г.	ул. Муравьева-Амурского	44
ул. Тихоокеанская, 136	Хабаровск г.	ул. Тихоокеанская	136
ул. Ленина, 61	Хабаровск г.	ул. Ленина	61
(Нет информации)	Хабаровск г.	(Нет информации)	
ул. Комсомольская 78	Хабаровск г.	ул. Комсомольская 78	
ул. Ким-Ю-Чена, 4	Хабаровск г.	ул. Ким-Ю-Чена	4
ул. Герасимова, 29	Хабаровск г.	ул. Герасимова	29
(Нет информации)	Хабаровск г.	(Нет информации)	
ул. Тихоокеанская, 136	Хабаровск г.	ул. Тихоокеанская	136
(Нет информации)	Хабаровск г.	(Нет информации)	
ул. Пугачева, 10	Хабаровск г.	ул. Пугачева	10
(Различные площадки)	Хабаровск г.	(Различные площадки)	
ул. Совхозная, 60 корпус 1	Хабаровск г.	ул. Совхозная	60 корпус 1
ул. Муравьева-Амурского, 35	Хабаровск г.	ул. Муравьева-Амурского	35
(Нет информации)	Хабаровск г.	(Нет информации)	
(нет информации)	Хабаровск г.	(нет информации)	
ул. Стрельникова, 4	Хабаровск г.	ул. Стрельникова	4
Уссурийский бульвар, 12	Хабаровск г.	Уссурийский бульвар	12
ул. Дикопольцева 12, Хабаровск	Хабаровск г.	ул. Дикопольцева	12 Хабаровск

Рис. 2.119. Результат разделения элементов адреса по колонкам

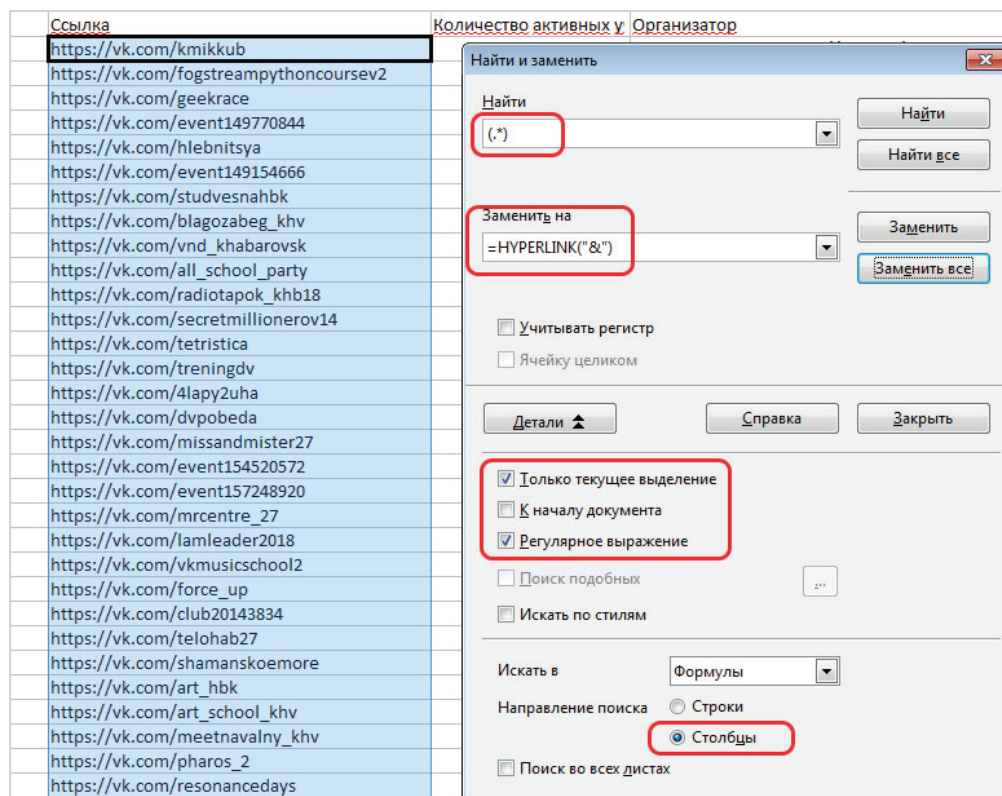
Office Calc			
Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка			
11 Ж К Ч			
= '01.11.18			
Организатор	Место	Дата	
гения Досаева, <a href="https://vk.com/geirra">https://vk.com/geirra</a>	ул. Дзержинского, 52	01.11.18	ул.
or Proskuryakov, <a href="https://vk.com/x_johnny_x">https://vk.com/x_johnny_x</a>	ул. Истомина, 64	01.10.18	ул.
se@drckhv.ru	Нет информации	01.06.18	ул.
тон Дёмин, <a href="https://vk.com/deminanton1313">https://vk.com/deminanton1313</a>	ул. Советская, 1 кб	01.07.18	ул.
лья Андреев, <a href="https://vk.com/restflyman">https://vk.com/restflyman</a>	ул. Муравьева-Амурского,	01.08.18	ул.

Рис. 2.120. Пример представления данных в колонке Data

Сравните с тем, как значения представлены в колонке **Дата** (рис. 2.120). Данные экранированы программой при помощи одинарной кавычки. Описанный способ разделения данных в колонке можно применять при подготовке данных к геокодированию, где бывает необходимо задать название улицы и номер дома в разных ячейках.

**Шаг 4.** Конвертируйте колонку html-адресов из текстового формата в активные гиперссылки. Для этого выделите все адреса и активируйте инструмент **Найти и заменить** (рис. 2.121).

В окно **Найти** впишите код для указания на текстовые значения — (.\*).

Рис. 2.121. Диалоговое окно инструмента **Найти и заменить**

В окно **Заменить** впишите код, указывающий на замену гиперссылки — `=HYPERLINK («&»)`. Ниже, в настройках инструмента, нужно указать на применение формулы только к текущему выделению, использование регулярных выражений и расположение данных по столбцам. Далее последовательно нажмите команды **Найти все**, **Заменить все**. Текст должен превратиться в активные ссылки.

**Шаг 5.** Сохраните файл в формате CSV (comma separated values). Для этого в меню выберите **Файл — Сохранить как** (рис. 2.122).

Далее необходимо выбрать кодировку UTF8 для корректного отображения кириллических символов. В качестве разделителя полей можно выбрать точку с запятой. Используется символ, не встречающийся в значениях, расположенных в ячейках (рис. 2.123). При сохранении документа выберите сохранение в текущем формате (рис. 2.124).



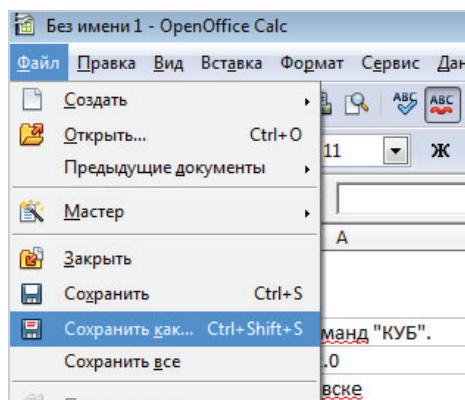


Рис. 2.122. Вкладка **Файл**

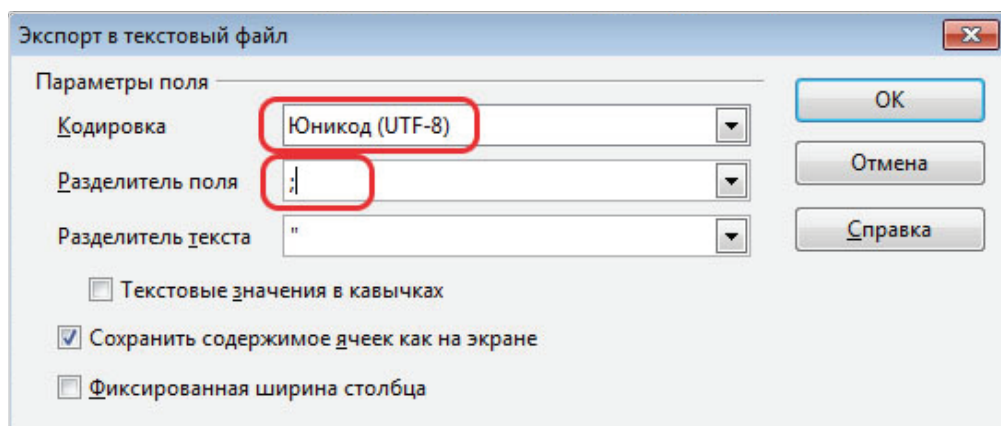


Рис. 2.123. Диалоговое окно сохранения файла в формате CSV

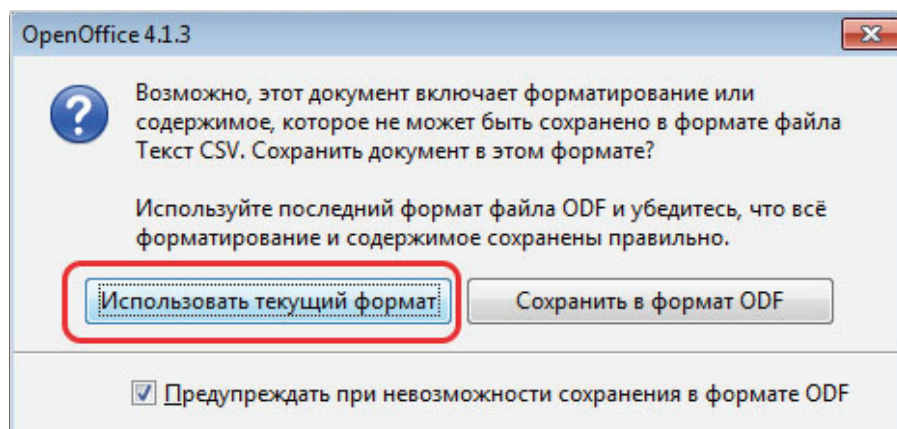


Рис. 2.124. Предупреждение о формате сохранения файла

## Задание 5. Домашнее задание. Установка на смартфон приложения OSM-Tracker

**Шаг 1.** Зайдите со смартфона в Google Play, найдите приложение OSM Tracker for Android. Убедитесь, что на смартфоне включен режим геопозиционирования (рис. 2.125).

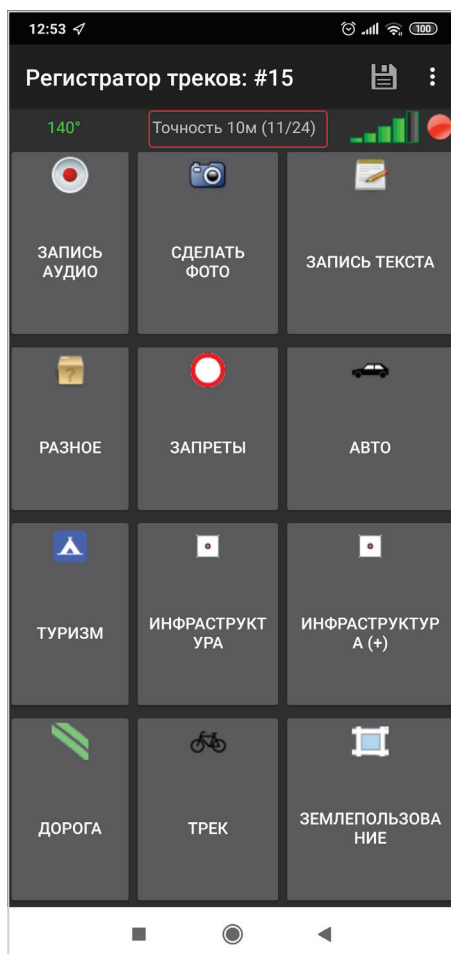


Рис. 2.125. Настройка точности позиционирования в приложении OSM Tracker

**Шаг 2.** Включите приложение на улице. Обратите внимание на подключение спутников и точность, с каким ваше устройство фиксирует местоположение. Попробуйте двигаться в пространстве и следите, как изменяется точность показаний.

## **Практическая работа № 5. Технология полевой работы с геоданными**

---

**Цель работы** — научиться использовать приложение OSM-Tracker для сбора пространственных данных. Это необходимо для получения навыков использования сторонних приложений для формирования слоев пространственных данных в проекте QGIS и для овладения методами использования ГИС-технологий в полевых исследованиях городской среды.

### **Задачи:**

- научиться методам записи трека в полевых условиях;
- научиться передавать записанный трек на сайт OSM;
- научиться использовать плагин Import Photos;
- научиться формировать точечные, линейные и полигональные объекты в онлайн-редакторе OSM по результатам полевой работы.

### **Задание 1. Оценка качества и количества данных по фрагментам городской среды**

**Шаг 1.** Зайдите на ресурс OSM и оцените полноту данных в вашем ближайшем окружении (рис. 2.126). Все ли скамейки, уличные павильоны, пешеходные дорожки, парковки, подпорные стенки, памятники, скульптуры, заборы, калитки, входы в здания и т. п. присутствуют на карте?

**Шаг 2.** Обратитесь к справочному ресурсу OSM ([https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map\\_Features](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features)). Оцените, какие типы объектов слабо представлены на карте места, где проводится ваше полевое занятие. Тщательно осмотрите состояние карты в 5–10 минутной пешеходной доступности.

**Шаг 3.** Разбейтесь на команды по 2–3 человека. Сделайте предварительный список объектов, которые вы ходите нанести на карту.

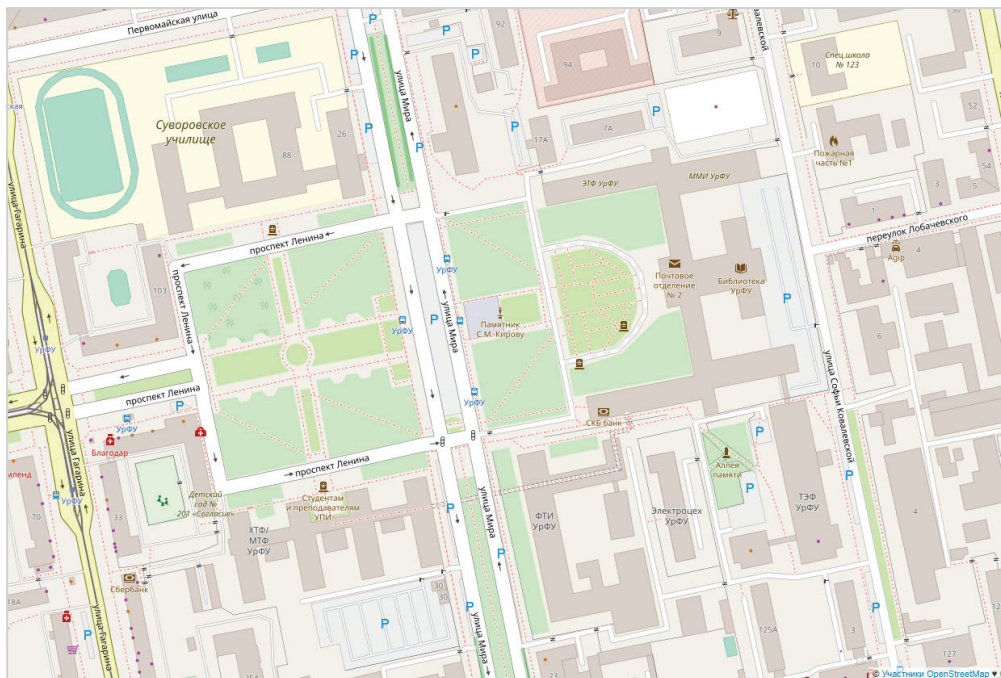


Рис. 2.126. Пример отображения местности на ресурсе OSM

## Задание 2. Картирование объектов в городской среде

**Шаг 1.** Приступайте к полевой работе. Дождитесь, пока точность координат будет максимальная и медленно идите вдоль границы объекта. Воспользуйтесь командой **Показать трек**, чтобы оценить результат (рис. 2.126, а). При необходимости останавливайте запись трека и начинайте запись нового (рис. 2.127).

**Шаг 2.** Зафиксируйте стандартные объекты с помощью клавиш приложения (см. рис. 2.126, б).

**Шаг 3.** Зафиксируйте с помощью трека два линейных объекта (тропинка, ряд деревьев, ограда) и три полигональных (здание, сооружение, группа деревьев, цветник, площадка).

**Шаг 4.** Сфотографируйте с помощью приложения не менее 15 точечных объектов (см. рис. 2.126, в). Делая фотографию, старайтесь по возможности ближе находиться к самому объекту.

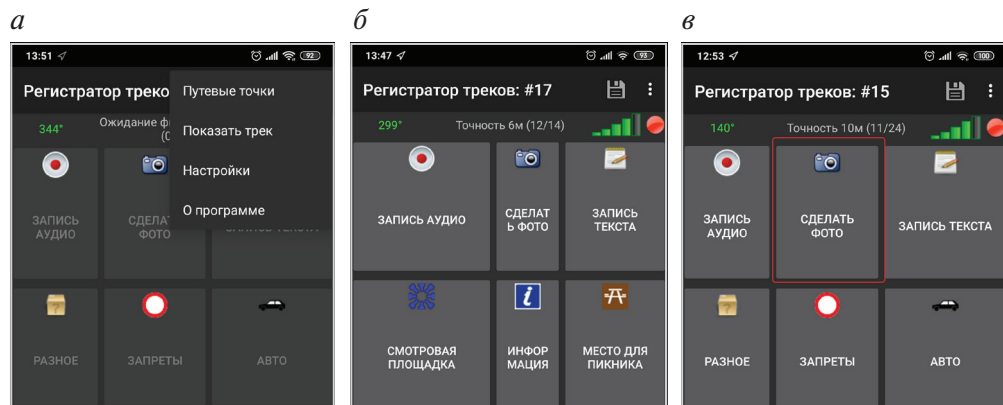


Рис. 2.126. Выпадающее меню с командой **Показать трек**

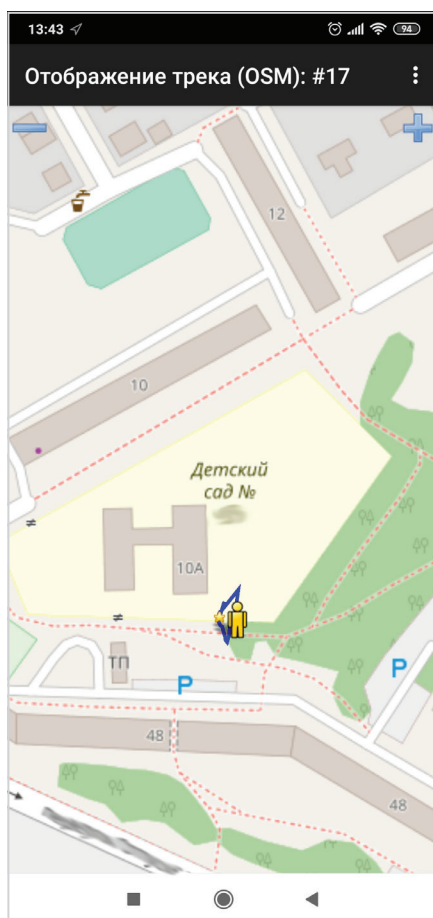


Рис. 2.127. Отображение записанного трека



### Задание 3. Экспорт данных полевой работы

**Шаг 1.** Экспортируйте данные в формат GPX и загрузите их на OSM (рис. 2.128). GPX — (GPS Exchange Format) — текстовый формат хранения и обмена данными GPS, основанный на XML. Формат позволяет хранить информацию об ориентирах (waypoints), маршрутах (routes) и треках (tracklogs). Для каждой точки хранится ее долгота, широта и высота над уровнем моря (если имеется информация о высоте). Для точек трека хранится также время прохождения точки. XML-схема предусматривает также хранение произвольной пользовательской информации каждой точки (высота местности (ele), скорость, частота пульса (hr), число шагов, темп вращения педалей (каденс) (cad), температура и т. п.).

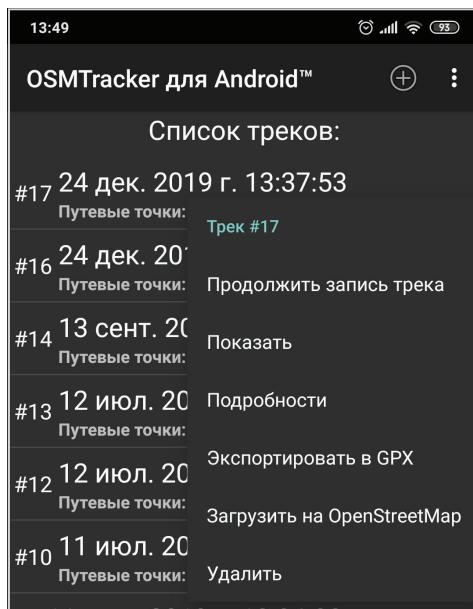


Рис. 2.128. Выпадающее меню списка треков приложения OSMTracker

**Шаг 2.** Чтобы данные стали доступны для редактирования, должно пройти некоторое время, обычно 5–10 мин.

**Шаг 3.** Сохраните сделанные фотографии в папке на Google-drive, а затем скачайте их на локальный компьютер (рис. 2.129).

**Шаг 4.** Откройте программу QGIS и загрузите в проект плагин **Import Photos** (рис. 2.130).

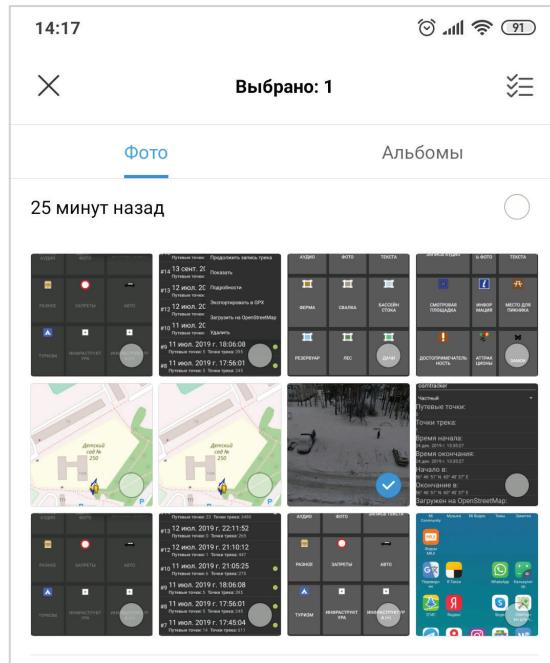


Рис. 2.129. Фотографии в Google-drive

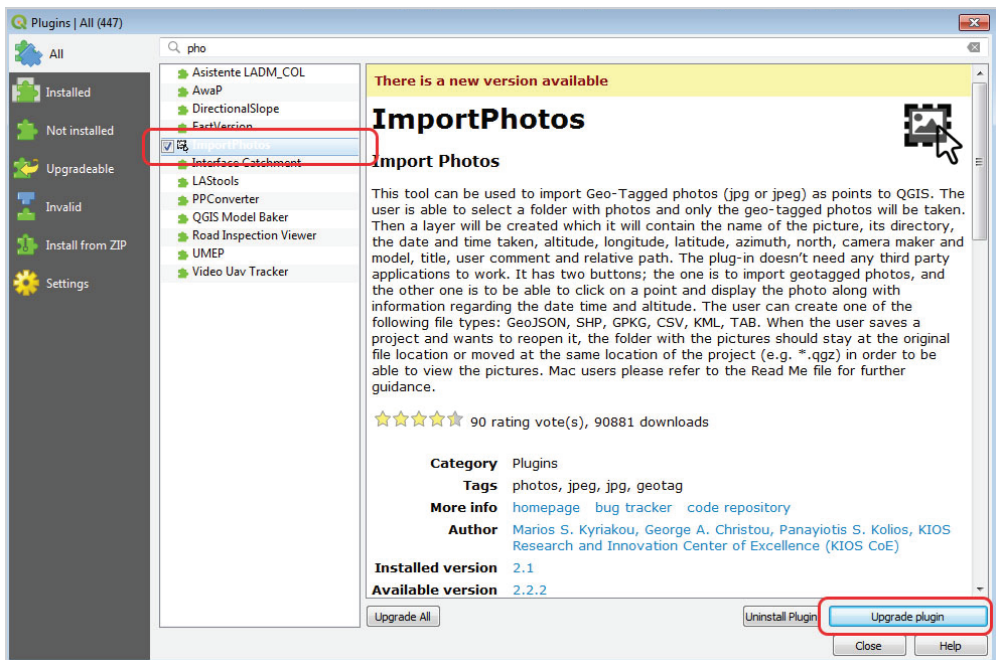


Рис. 2.130. Плагин Import Photos

**Шаг 5.** Загрузите фотографии (рис. 2.131). Обратите внимание, что при загрузке необходимо указывать папку с фотографиями и название файла, в который данные будут сохраняться.

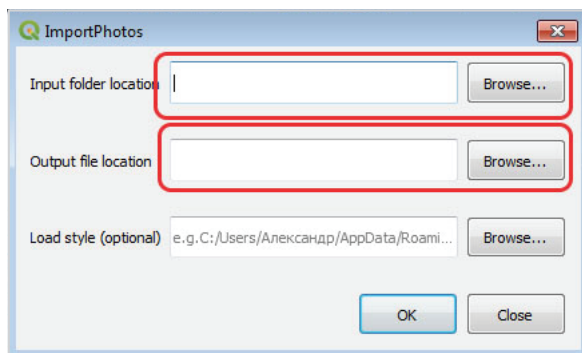


Рис. 2.131. Диалоговое окно импорта фотографий

Найдите ваши фотографии на карте и посмотрите информацию об этих элементах (рис. 2.132). Используйте этот способ для фиксации полевых съемок. Инструмент работает не только для фотографий из OSM-трекера, но и для всех фотографий с геотегами.

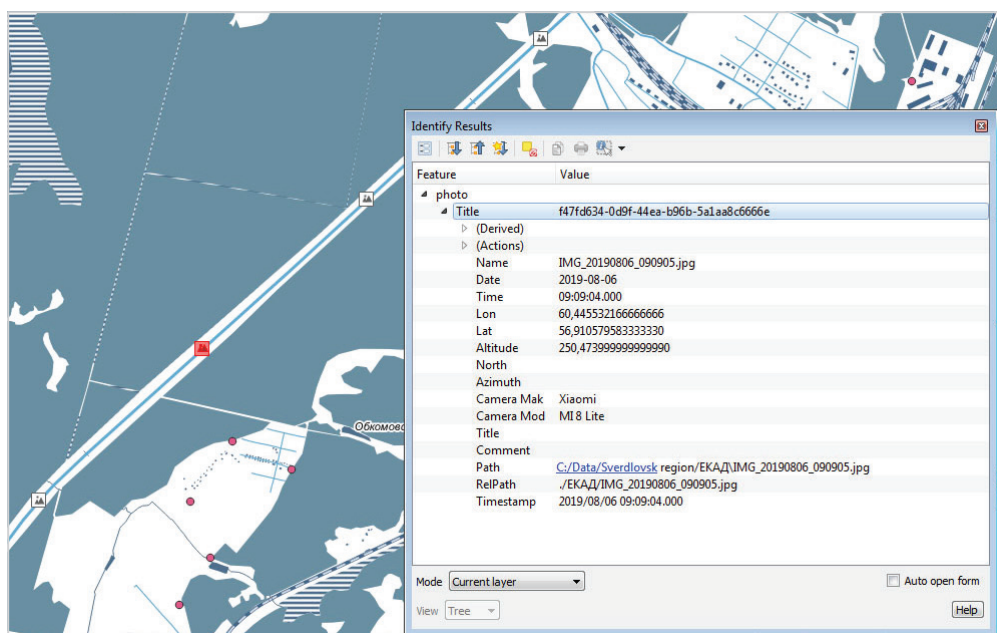


Рис. 2.132. Окно с информацией о фотографиях

**Шаг 6.** Зайдите в онлайн-редактор OSM и добавьте на карту сфотографированные точечные элементы и необходимую семантику.

**Шаг 7.** Воспользуйтесь инструментом **Click Photos** для просмотра фотографий (рис. 2.133). Для этого нужно дважды нажать левой кнопкой мыши на иконку фотографии.

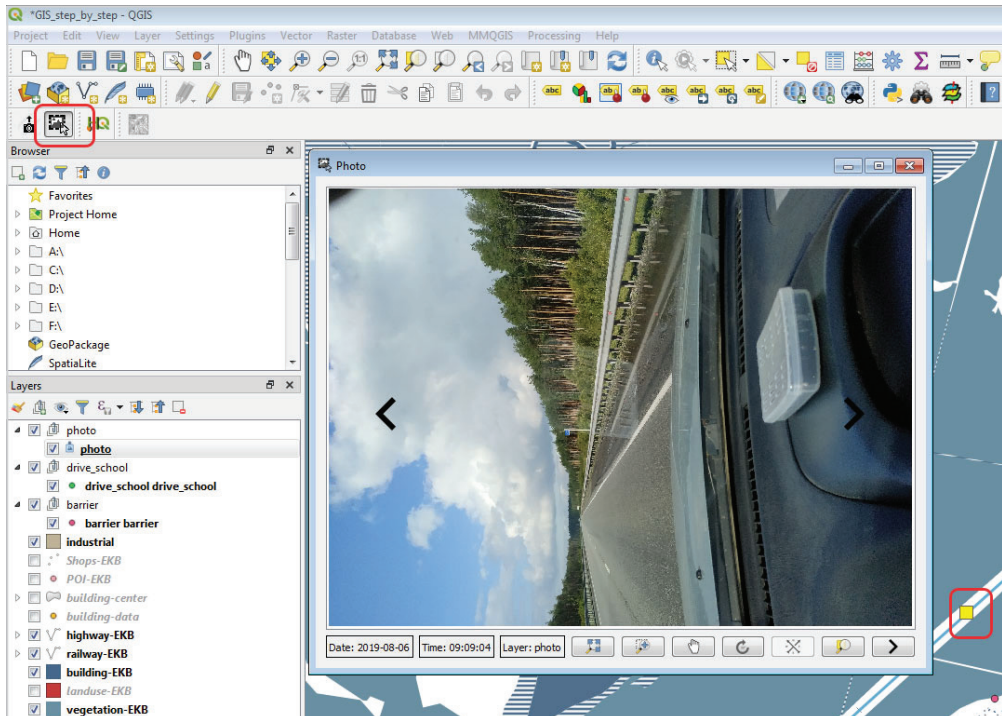


Рис. 2.133. Просмотр фотографий с помощью инструмента **Click Photos**

**Шаг 8.** На ресурсе OSM нажмите в панели инструментов кнопку **GPS-треки** (рис. 2.134).

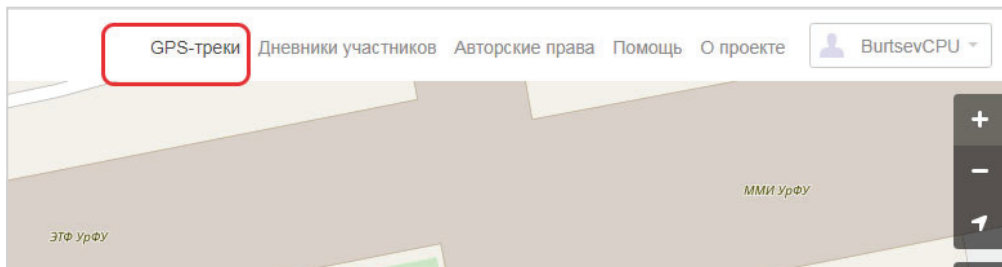


Рис. 2.134. Расположение инструментов загрузки **GPS-треков** на OSM

В открывшемся списке (рис. 2.135) найдите те, что были сделаны вами. Обратите внимание, что все публичные треки доступны для скачивания и использования.

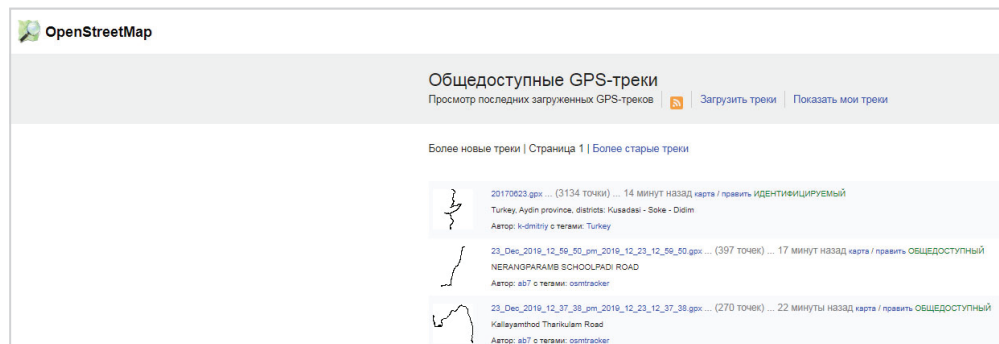


Рис. 2.135. Öffentliches GPS-Tracks, geladen auf OSM

**Шаг 9.** Чтобы перейти к редактированию данных, необходимо нажать левой клавишей мыши на название трека. Далее нажмите **Править** и с помощью известных вам инструментов OSM нанесите полигоны и линии, используя загруженный трек как ориентир (рис. 2.136). Добавьте необходимую семантику созданных объектов с помощью данных справочника OSM.



Рис. 2.136. Характеристики трека в OSM

**Шаг 10.** Сохраните свой пакет правок для передачи на сервер. Нажмите на кнопку **Скачать OSMChange file**. Сохраните файл внесенных правок и отправьте его для проверки преподавателю.



## Практическая работа № 6. Привязка и векторизация растровой карты

**Цель работы** — научиться работать с растровыми данными. Топографические растровые карты и более старые карты, выполненные без топографической разграфки, часто становятся важным источником сведений (в т. ч. и исторических) о территории, для которой отсутствуют сведения в векторном формате.

### Задачи:

- научиться использовать данные о системе координат и точках привязки на печатных топографических картах;
- научиться конвертировать DMS в decimal degrees;
- научиться пользоваться инструментом Georeferencer;
- научиться пользоваться инструментом Raster to Vector.

### Задание 1. Пространственная привязка топографической карты в системе координат проекта

**Шаг 1.** Рассмотрите топографическую карту (рис. 2.137). Все топографические карты времен позднего СССР имеют метрическую систему координат и выполнены в поперечно-цилиндрической проекции Гаусса — Крюгера. Кроме того, каждый лист имеет координаты в градусах, минутах, секундах.



Рис. 2.137. Фрагмент топографической карты Свердловской области РСФСР

**Шаг 2.** В ситуации, когда проект делается в системе координат семейства WGS 84, для перевода таких координат в десятичные градусы надо воспользоваться сервисом LatLong.net<sup>51</sup> (рис. 2.138).

**Degrees Minutes Seconds to Decimal Degrees**

Please enter the **degrees, minutes, seconds (DMS)** coordinates values to convert to **decimal degrees (dd)**.

Degrees for Latitude	Minutes	Seconds
57 °	0 '	00 ''
Degrees for Longitude	Minutes	Seconds
60 °	30 '	seconds ''

**Convert to Decimal Degrees**

Decimal Degrees Lat	Decimal Degrees Long
57.00000000 °	60.50000000 °

Рис. 2.138. Пересчет координат в десятичные градусы

**Шаг 3.** Кроме четырех углов необходимо привязать середины сторон карты и ее центр (рис. 2.139). Для этого центр топографической карты имеет соответствующую отметку, а вдоль рамки карты расположены специальные засечки.

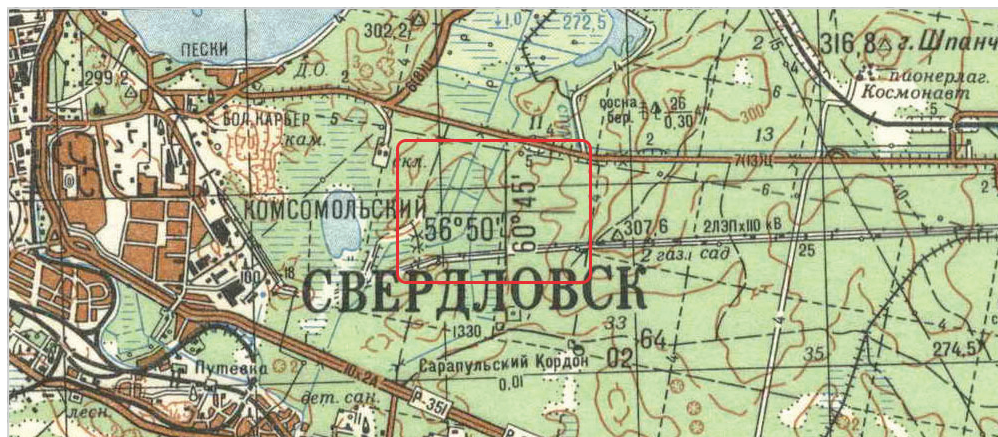
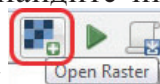


Рис. 2.139. Координаты середины листа топографической карты

<sup>51</sup> LatLongNet. URL: <https://www.latlong.net/degrees-minutes-seconds-to-decimal-degrees> (дата обращения: 05.08.2021).

**Шаг 4.** Переведите в десятичные градусы отметки центра карты и середин ее сторон.

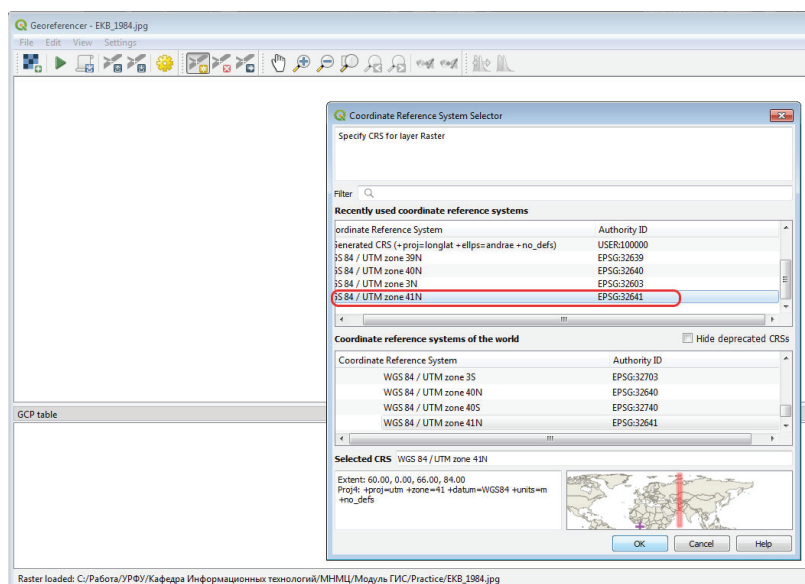
**Шаг 5.** В разделе **Raster** главного меню найдите инструмент



**Georeferencer** и откройте файл растровой карты

Программа попросит вас указать систему координат. Указать надо ту же, что устанавливали в параметрах проекта, — **WGS 84/UTM zone 41N EPSG:32641** (рис. 2.140, а).

а



б

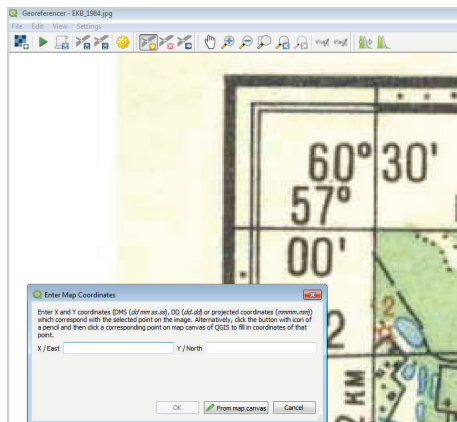


Рис. 2.140. Диалоговое окно добавления точек привязки карты

**Шаг 6.** После загрузки карты нажмите кнопку **Add point**, приблизьте карту и укажите первую точку (см. рис. 2.140, б). Примите во внимание, что координаты x/East соответствуют долготе, а y/North — широте.

**Шаг 7.** Введите координаты всех девяти точек. По окончании процесса вы должны видеть примерно такую картину (рис. 2.141).

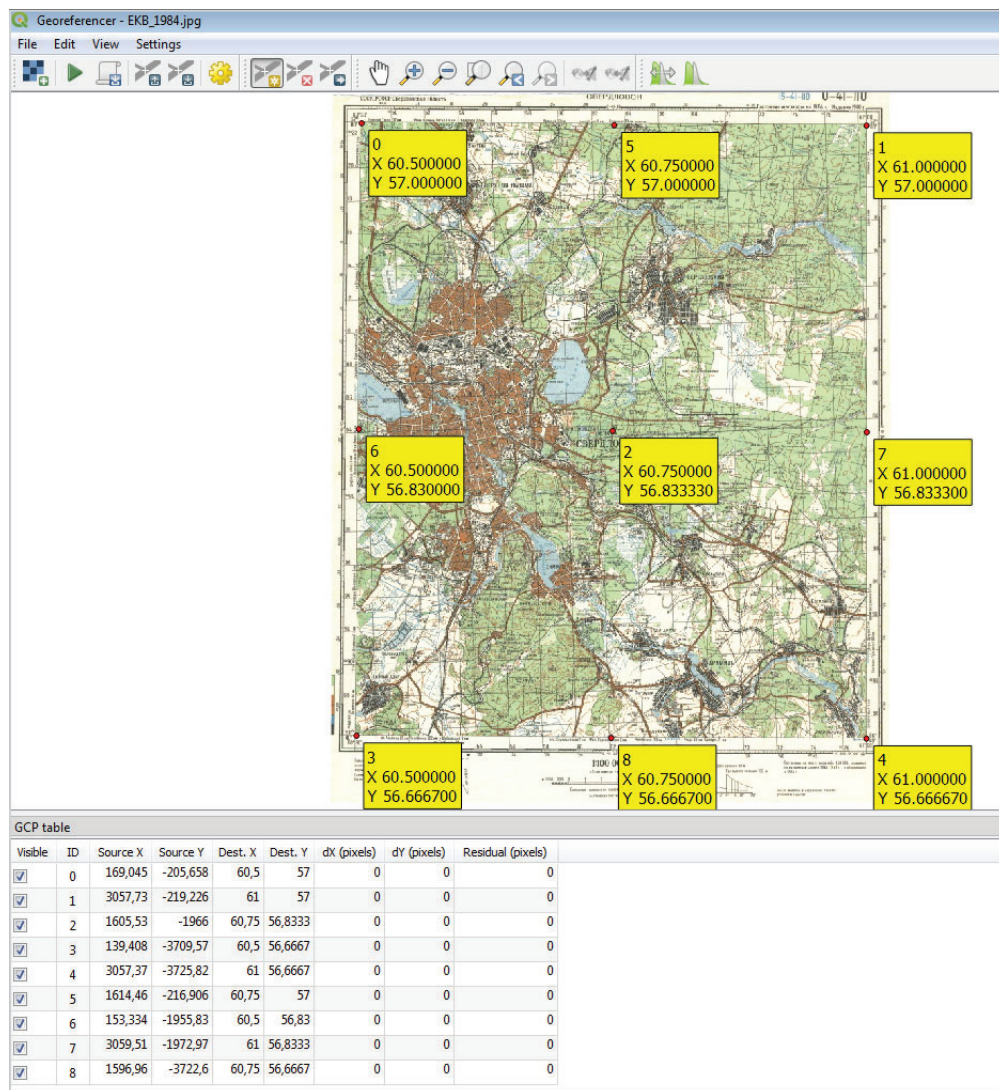
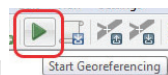


Рис. 2.141. Растровая карта с точками привязки



**Шаг 8. Нажмите кнопку Start georeferencing**

Программа попросит вас обозначить параметры трансформации.

В качестве алгоритма преобразования **Transformation Type** укажите **Thin Plate Spline**, а в качестве метода пересчета **Resampling method** — **Nearest Neighbour**. Выберите глобальную систему координат **WGS 84** (рис. 2.142).

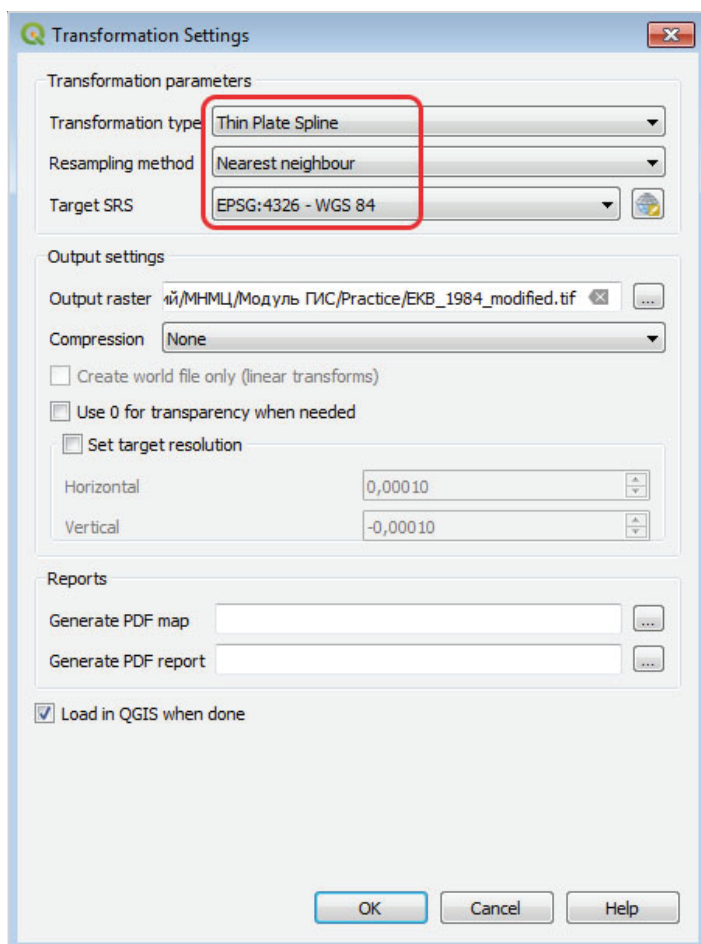


Рис. 2.142. Параметры привязки растровой карты

После установки параметров трансформации надо нажать на кнопку **Start georeferencing**. По завершении процесса вы должны видеть примерно такую картину (рис. 2.143).





Рис. 2.143. Пример совпадения растровой карты с векторными данными

## Задание 2. Пространственная привязка исторической растровой карты по характерным точкам

**Шаг 1.** В разделе **Raster** главного меню найдите инструмент **Georeferencer** и откройте историческую растровую карту из папки проекта.

Существенным ее отличием от современных топографических карт является отсутствие привычной сетки координат. Привязка таких карт возможна по характерным точкам. Чаще всего такими точками являются перекрестки основных дорог, мосты через реки и иные объекты, сохраняющие свое расположение на протяжении длительного времени.

**Шаг 2.** При установке точки привязки, программа попросит вас ввести координаты или обозначить расположение точки на текущей векторной подоснове. Выбираем **From map canvas** (рис. 2.144).

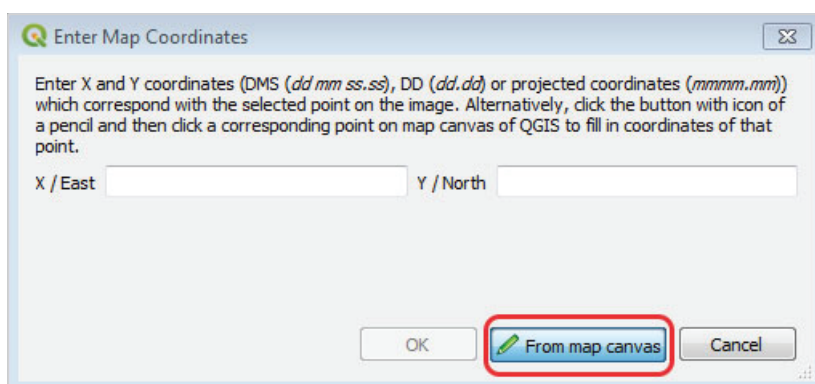


Рис. 2.144. Выбор координат точек привязки с помощью инструмента **From map canvas**

Находим эту точку на современной карте, и программа сама заполнит координаты  $X$  и  $Y$ . Переходим к следующей точке.

**Шаг 3.** Найдите минимум 4, а лучше 6—8 характерных точек как можно ближе к краю растровой карты.

**Шаг 4.** Повторите настройки трансформации для новой растровой карты.

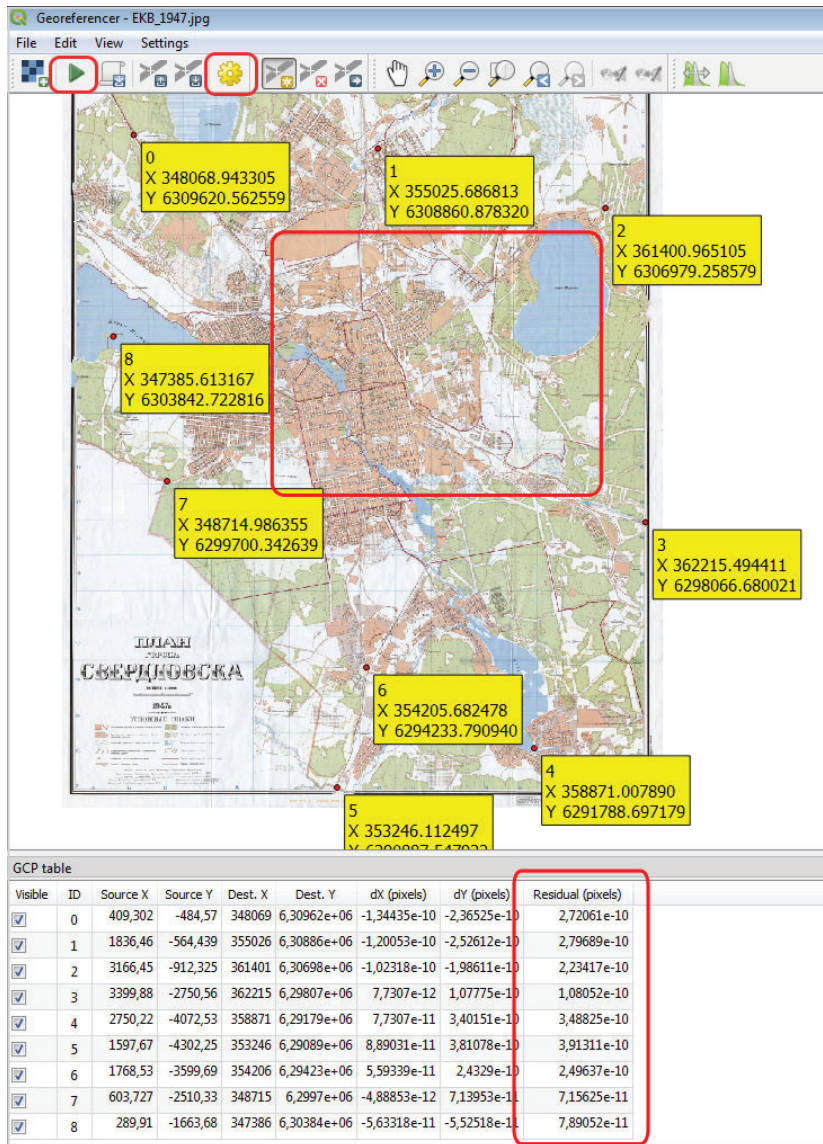


Рис. 2.145. Показатели невязки перед привязкой растровой карты

**Шаг 5.** Так называемая «невязка» (неточность привязки) по точкам, обозначенная в колонке **Residual** (см. рис. 2.145), должна составлять не более единицы. Для корректировки этих значений начните с точки с самой большой невязкой. Воспользуйтесь инструментом **Move GCP point**, чтобы подвинуть точку в направлении, обозначенном красной линией (рис. 2.146). Невязка будет уменьшаться.

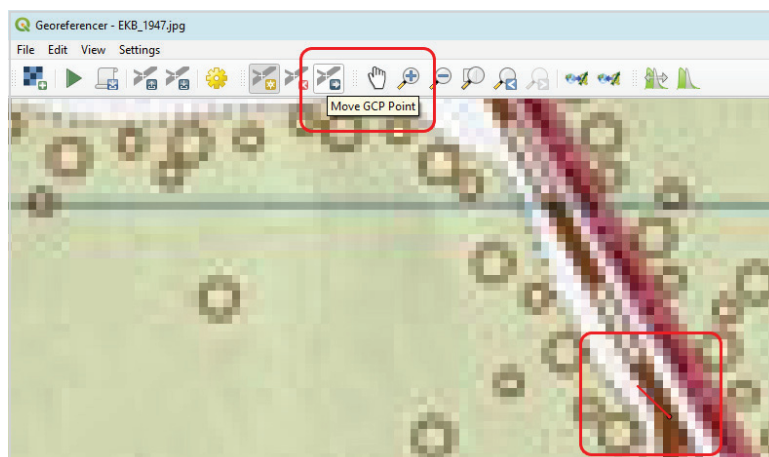


Рис. 2.146. Перенос точки привязки

Скорректируйте невязку по всем точкам и нажмите кнопку **Start Georeferencing**. Вы должны получить примерно такой результат (рис. 2.147).



Рис. 2.147. Результат привязки растровой карты



### Задание 3. Векторизация элементов растровой карты

Векторизация растра — процесс достаточно требовательный к вычислительным ресурсам, поэтому мы разберем его на маленьком фрагменте использованной ранее топографической карты 1984 г. Предложенный для практической работы файл соответствует верхнему левому краю карты.

**Шаг 1.** Определите координаты углов растра. Обратите внимание, что рамка топографической карты поделена на отрезки, соответствующие минутам широты и долготы (рис. 2.148).

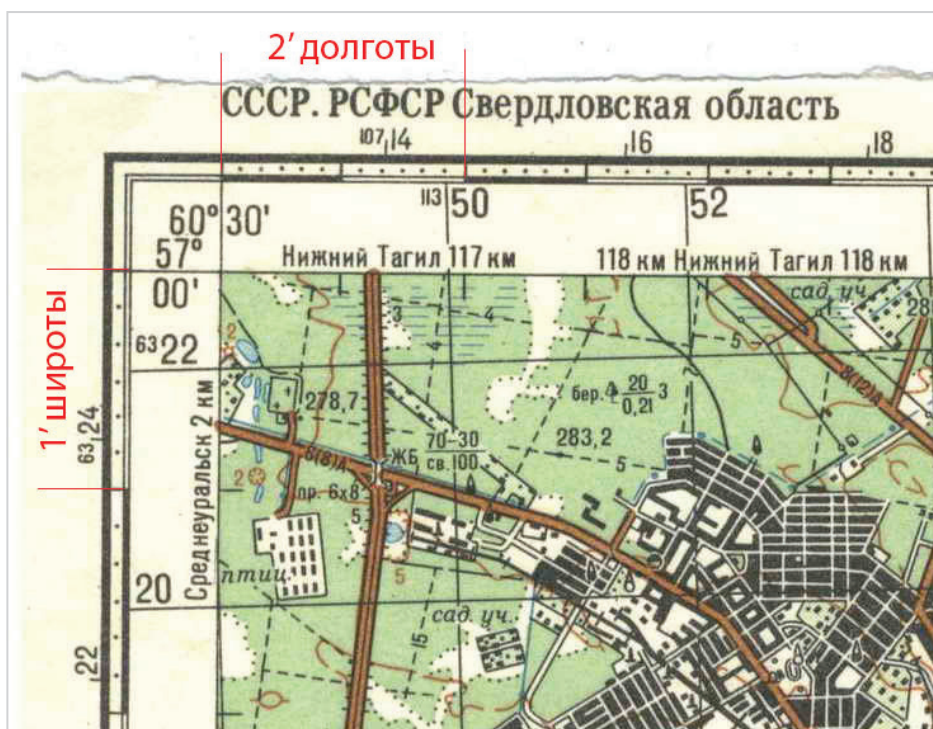


Рис. 2.148. Фрагмент топографической карты

**Шаг 2.** Вычислите координаты углов фрагмента карты (1 секунда широты и 2 секунды долготы). С помощью онлайн-конвертера переведите полученные значения в десятичные градусы (рис. 2.149).

**Шаг 3.** Выберите инструмент **Georeferencer** во вкладке **Raster** главного меню программы. Введите координаты углов растра. Сохраните точки привязки в файл в одну папку с исходным растром (рис. 2.150).

Degrees for Latitude	Minutes	Seconds
56 °	59 '	0 "
Degrees for Longitude	Minutes	Seconds
60 °	32 '	0 "
<b>Convert to Decimal Degrees</b>		
Decimal Degrees Lat	Decimal Degrees Long	
56.98333333 °	60.53333333 °	

Рис. 2.149. Конвертация градусов из DMS в десятичные

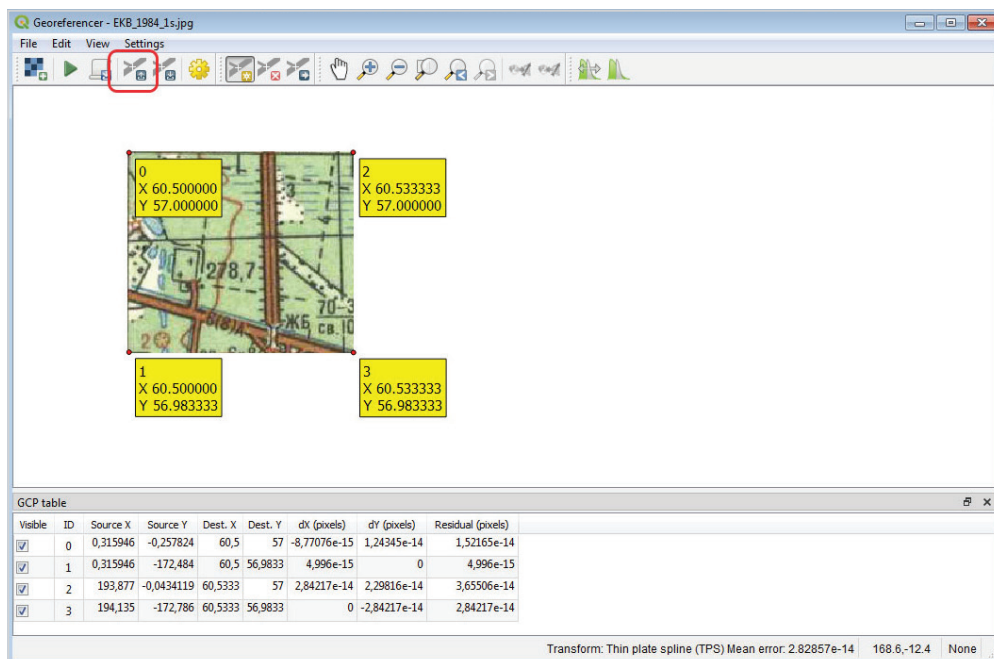


Рис. 2.150. Координаты углов фрагмента растровой карты

**Шаг 4.** При настройке преобразования укажите **CRS — WGS 84** (рис. 2.151).

**Шаг 5.** Запустите процесс преобразования и оцените соответствие полученного результата текущим векторным слоям проекта (рис. 2.152).





Рис. 2.151. Вкладка Transformtion Settings



Рис. 2.152. Результат привязки фрагмента растровой карты

**Шаг 6.** Найдите инструмент **Polygonize** во вкладке **Raster** главного меню (рис. 2.153). Для работы этого инструмента существенно важно, чтобы исходный растровый файл не имел кириллических знаков в своем адресе и названии. Проблемы могут возникнуть и при использовании специфических скандинавских, чешских и иных алфавитов. Назначение инструмента — превращение в полигоны растровых файлов с однотонной заливкой областей или линейной векторной графики в слой полигонов, не имеющих между собой зазоров.

**Шаг 7.** Запустите **Polygonize**. В настройках укажите слой с растром. Остальные настройки изменять не нужно. Нажмите кнопку **Run** (рис. 2.154).

Результат исполнения алгоритма содержит полигоны, чьи границы соответствуют расположению пикселей растра (рис. 2.155).

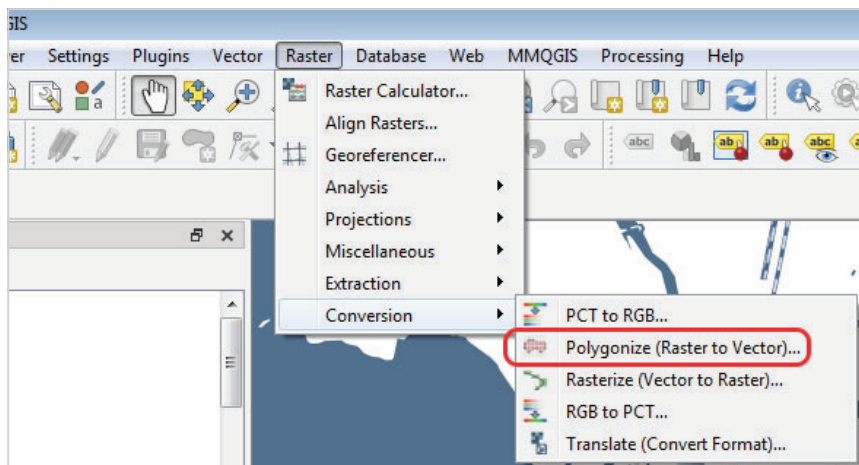


Рис. 2.153. Расположение инструмента **Polygonize**

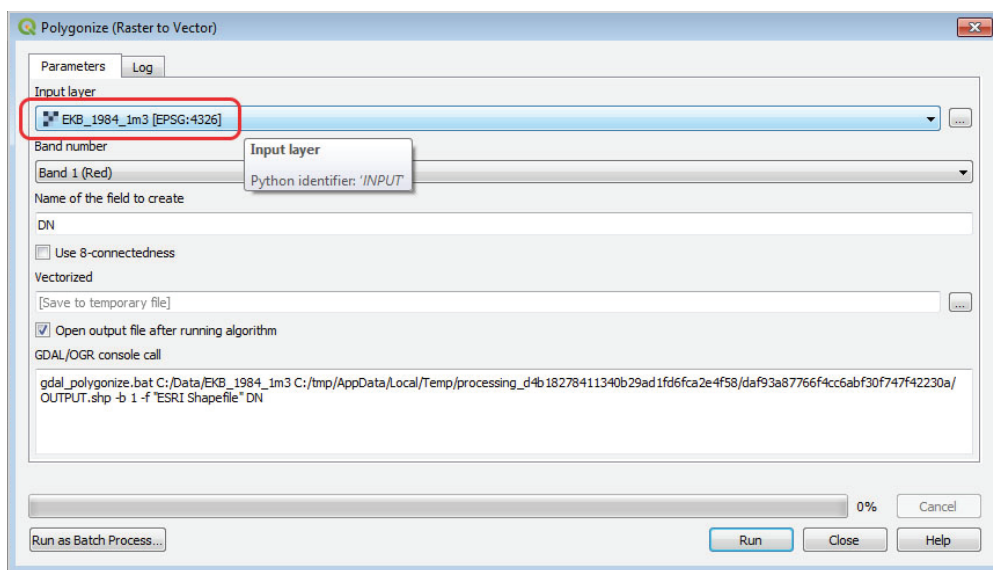


Рис. 2.154. Диалоговое окно инструмента **Polygonize (Raster to Vector)**

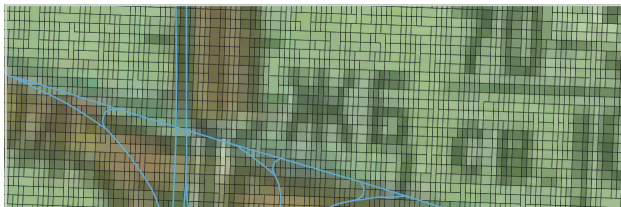
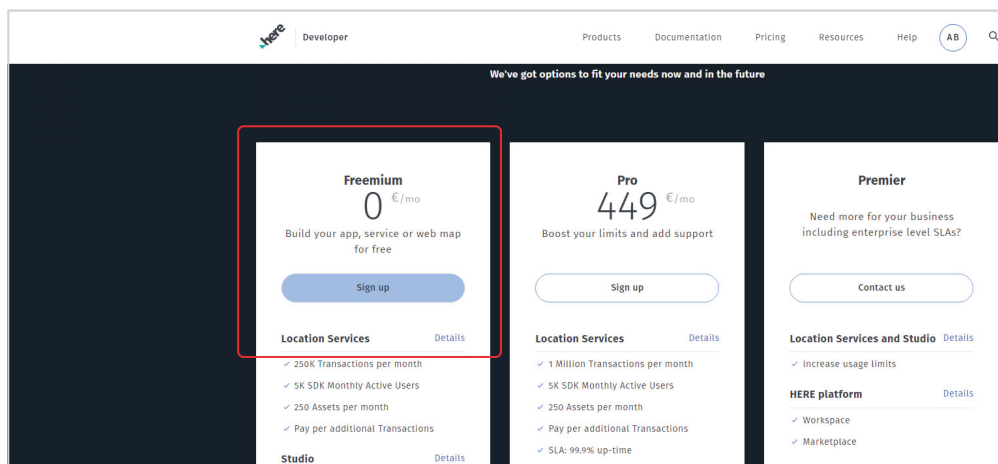


Рис. 2.155. Результат векторизации растра

### Задание 3. Домашнее задание. Регистрация на HERE API

**Шаг 1.** Откройте в браузере ресурс Here API<sup>52</sup>. Зарегистрируйтесь на бесплатный план работы (рис. 2.156, а).

а



б

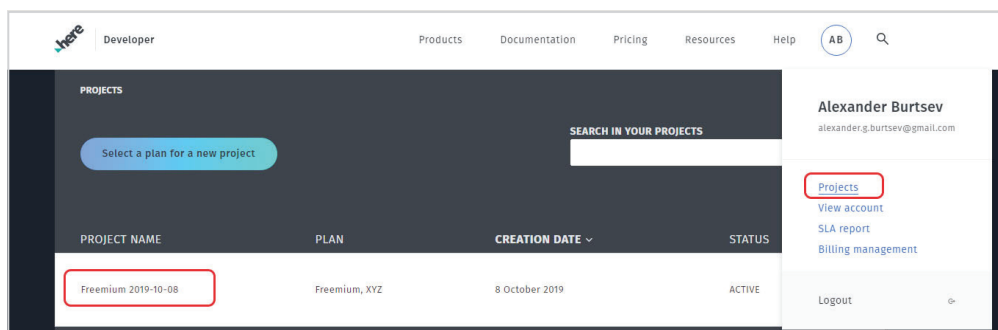


Рис. 2.156. Страница Here API в браузере

**Шаг 2.** Найдите детали созданного аккаунта и нажмите кнопку **Projects** (рис. 2.156, б).

Зайдите в настройки вашего проекта **Project Details** и обратите внимание на раздел приложений типа **Rest**, помеченных как **New**. Создайте **API KEY**, сохраните пароли доступа к сервису (рис. 2.157). Это понадобится вам на следующем занятии.

<sup>52</sup> Here Developer. URL: <https://developer.here.com/sign-up?create=Freemium-Basic&keepState=true&step=account> (дата обращения: 05.08.2021).

The screenshot shows the HERE Developer console interface. On the left is a sidebar with project information for 'Freemium, XYZ', usage statistics (1,154 transactions, 5K active users, 2.5GB storage), and a 'View Usage Details' link. The main area is titled 'Developer' and contains a 'Generate App' button. Below this, a 'REST' application is shown with its ID: 'vaKOkd2C6BKw10FdnJnF'. Under the 'API Keys' section, a 'Create API key' button is highlighted with a red rectangle. A message states: 'There is a maximum of two keys per app. 1 of 2 keys created.' Below this, a table lists the generated API key, which is masked with asterisks, and includes a 'COPY' button. The table also shows the key was created on '23 March 2020' and is 'Enabled'. At the bottom, the 'OAuth 2.0 (JSON Web Tokens)' section shows a 'create credentials' button and a table with an 'ACCESS KEY ID' of 'zc1msTpBhAYyU\_voW1RDHA', also created on '23 March 2020' and 'Enabled'.

Project Name: Freemium, XYZ

Status: ACTIVE

Created: Oct 8, 2019

Terms and Conditions

USAGE

Billing period from Mar 8, 2021 to Apr 7, 2021  
Last usage in our system from Mar 31, 2021

Transactions: 0 / 250K

1,154 (0.5%)

SDK Monthly Active Users: 0 / 5K

Studio and Data Hub Data Transfer: 0 / 2.5GB

Studio and Data Hub Database Storage: 0 / 5GB

View Usage Details

MANAGE PLAN

Want to change to another plan?  
Go to plans

You can generate up to two API Keys for authentication purposes and rotate them as required. Usage will be reported as one application. These credentials may also be used for calling REST APIs. The trusted domain will still be correctly applied in JavaScript client-side applications.

Generate App

REST

These application credentials can be used with HERE Location Services REST APIs.

NEW

APP ID: vaKOkd2C6BKw10FdnJnF

API Keys

Create API key

There is a maximum of two keys per app. 1 of 2 keys created.

API KEY	CREATED	STATUS
***** COPY	23 March 2020	Enabled

OAuth 2.0 (JSON Web Tokens)

create credentials

There is a maximum of two keys per app. 1 of 2 keys created.

ACCESS KEY ID	CREATED	STATUS
zc1msTpBhAYyU_voW1RDHA	23 March 2020	Enabled

Рис. 2.157. Ключ API для запросов типа Rest New

## Практическая работа № 7. Анализ плотности населения и пешеходной доступности

**Цель работы** — освоить базовые виды пространственного анализа. В ходе занятия обучающиеся осваивают способы определения плотности населения в кварталах города и зон пешеходной доступности, расчета числа объектов (точек) на территории (внутри полигона).

### Задачи:

- научиться использовать функцию базовой статистики;
- научиться формировать атрибуты с помощью калькулятора полей;
- научиться строить буферы с помощью плагина MMQGIS;
- научиться способам построения изохрон.

### Задание 1. Обобщение данных о численности населения

**Шаг 1.** Включите слой **buildings**, ранее сформированный для центральной части города. Активируйте таблицу атрибутов слоя. Оцените тип данных в колонке **Жители** (рис. 2.158).

этажн	Подъе	Год	Кварт	Жител	Нежил	
17	3	2018	146		8	
20	2	2018	89		1	
13	3	2017	168	201	5	
32	4	2017	395		1	
23	1	2017	119	31	5	
20	6	2016	365	1055	1	
20	2	2016	153	17	7	
26	3	2015	221	263		

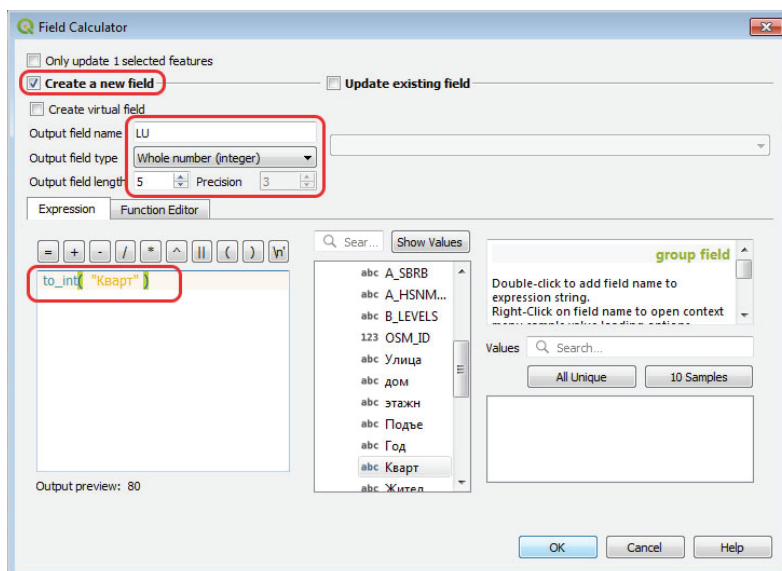
Рис. 2.158. Таблица атрибутов слоя **buildings**

**Шаг 2.** Определите, какая из колонок перспективнее для расчета плотности населения: **Жители** или **Квартиры**.



**Шаг 3.** Включите режим редактирования слоя, затем — калькулятор полей. Создайте новую колонку данных **Living\_Units** и преобразуйте для нее данные о квартирах из строк в числа. Для этого воспользуйтесь методом преобразования строки в целое число **to\_int** во вкладке **Conversion**, а также изучите иные возможности преобразования данных (рис. 2.159, а).

а



б

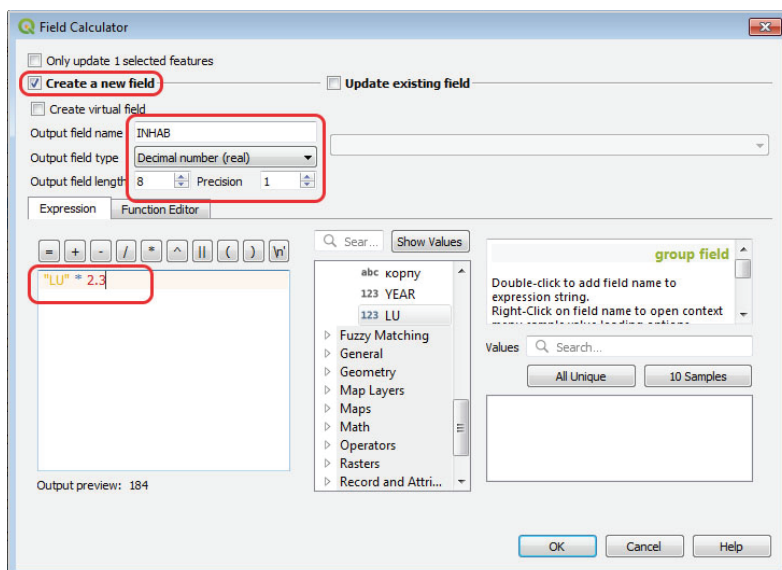


Рис. 2.159. Создание нового поля с помощью **Field Calculator**

**Шаг 4.** С учетом коэффициента семейственности, принятого 2,3 для каждой квартиры, вычислите с помощью калькулятора количество жителей в доме. Для этого необходимо создать новый слой **INHAB**, выбрать в окне калькулятора колонку **Living units** и умножить ее на коэффициент. Обратите внимание, что тип данных в данном случае — **Decimal number**, т. к. мы ожидаем появления десятичных чисел (рис. 2.159, б).

Сравните полученные в результате расчета данные о числе жителей с данными в колонке **Жители**. Сохраните правки в слое **buildings**.

**Шаг 5.** Добавьте слой **blocks** в проект с помощью инструмента **Add layer**. Разместите его ниже слоя **buildings** и для удобства скорректируйте цвет (рис. 2.160).



Рис. 2.160. Настроенный слой **blocks** расположен ниже слоя зданий

**Шаг 6.** Переключитесь на слой **buildings** и с помощью инструмента **Select Features by Polygon** выделите здания в одном из кварталов (рис. 2.161).

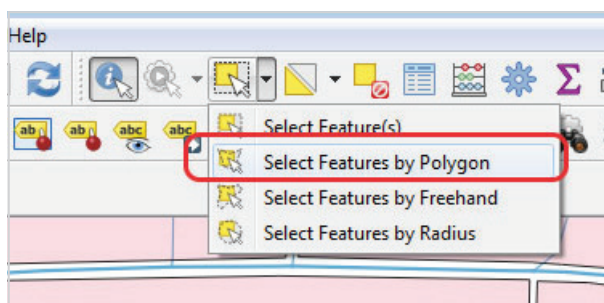


Рис. 2.161. Расположение инструмента **Select Features by Polygon**

**Шаг 7.** Найдите на панели инструментов кнопку **Show Statistical summary** и включите инструмент. В появившемся окне необходимо указать слой **buildings**, колонку **INHAB**, а внизу окна поставить галочку **Selected features only** (рис. 2.162).

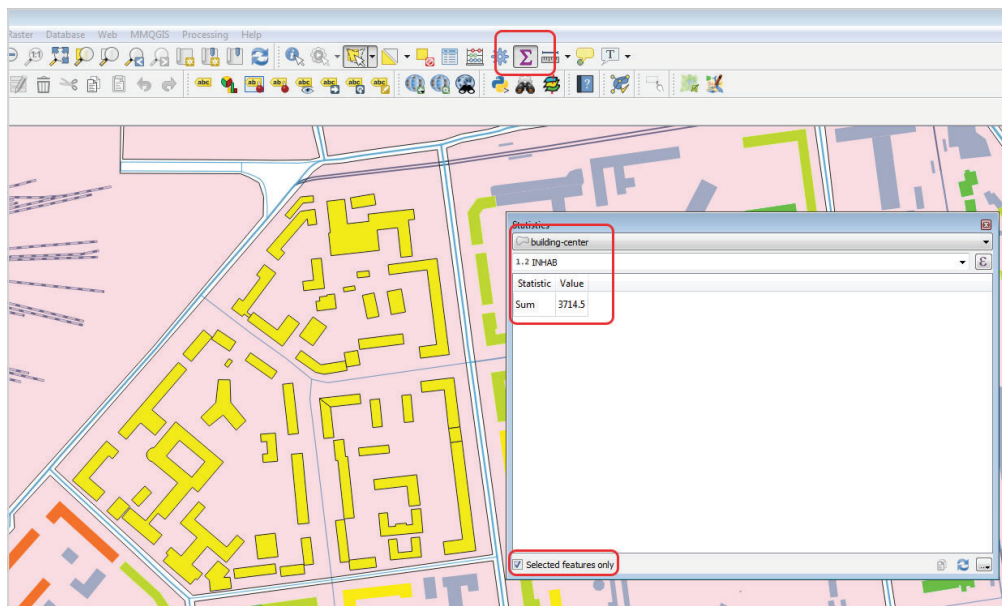


Рис. 2.162. Результат использования инструмента **Show Statistical summary**

**Шаг 8.** Переключитесь на слой **blocks**. Откройте его таблицу атрибутов и создайте колонку **INHAB** (рис. 2.163).

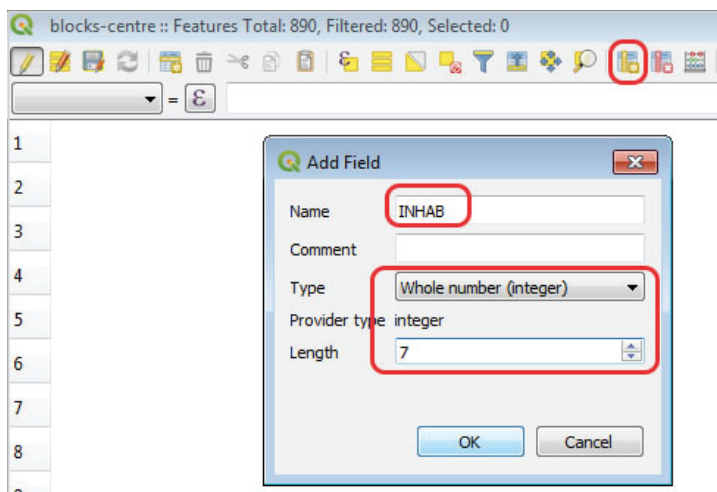


Рис. 2.163. Добавление нового поля слоя **blocks-centre**

**Шаг 9.** Выберите квартал, для которого вы посчитали число жителей при помощи инструмента **Identify Features**, включите режим ре-

дактирования формы **Edit form** и добавьте туда полученное значение без учета десятых долей (рис. 2.164).

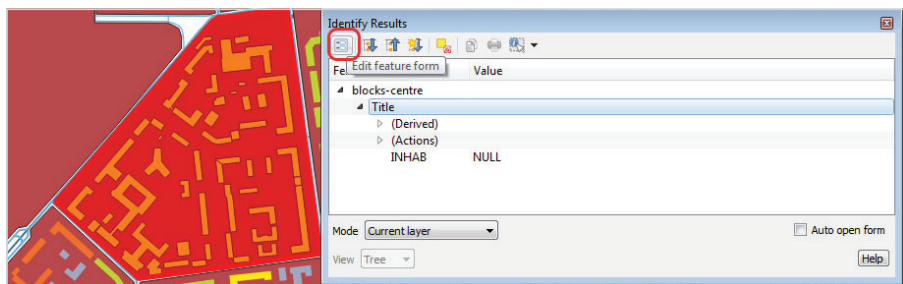


Рис. 2.164. Расположение команды редактирования атрибутов в окне **Identify Features**

**Шаг 10.** Повторите шаги 6–9 для всех кварталов городского центра.

## Задание 2. Создание слоя с показателями плотности населения

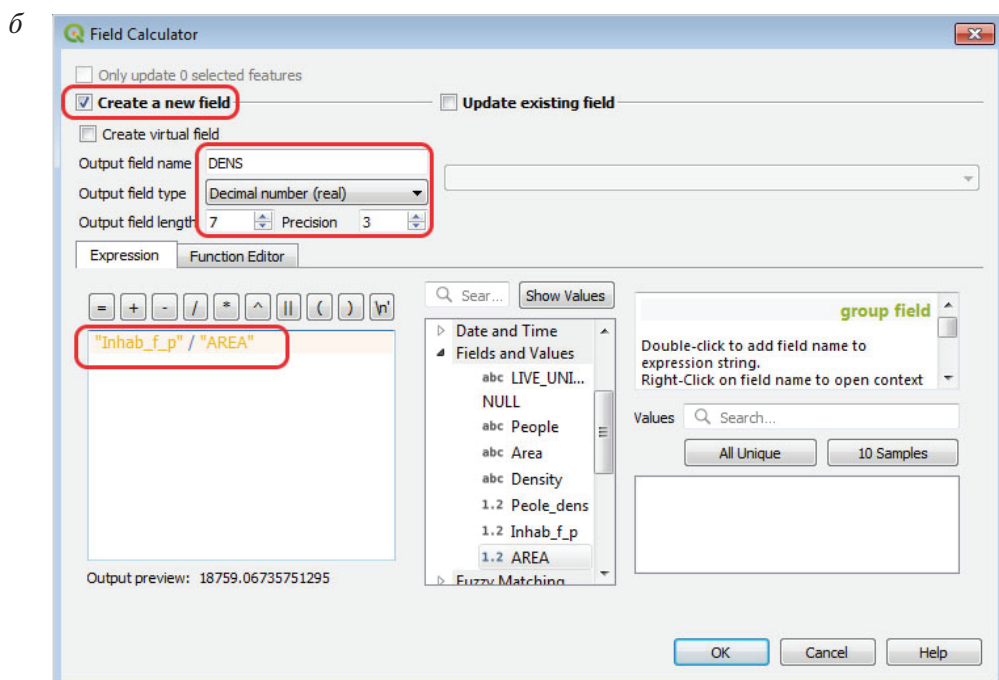
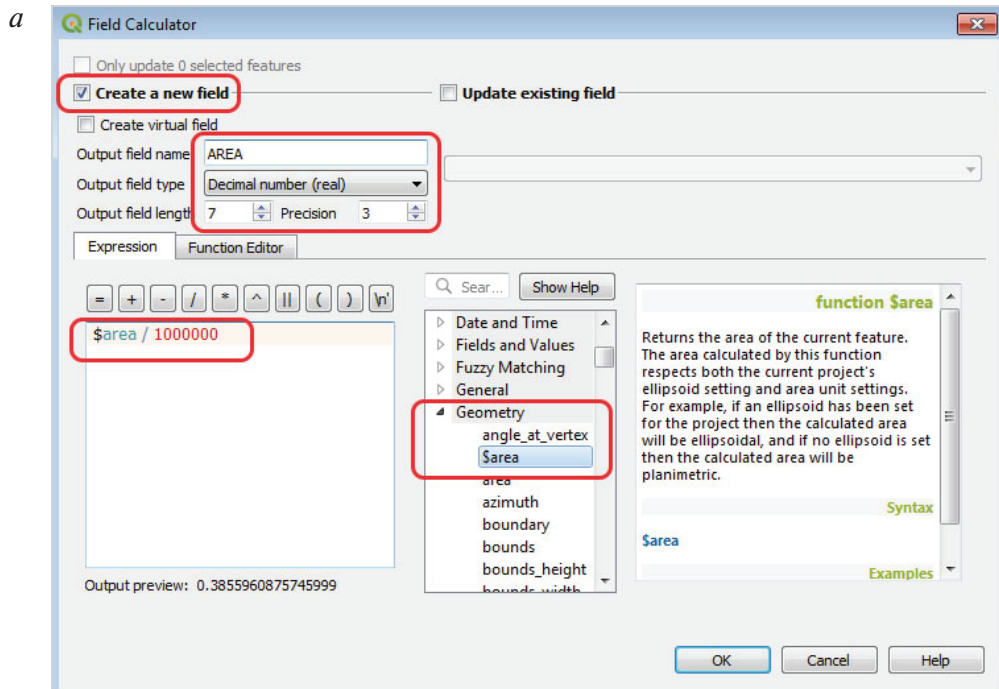
**Шаг 1.** В таблице атрибутов слоя **blocks** включите калькулятор полей. Назначьте создание новой колонки с именем **AREA** и типом данных **decimal number**. В перечне функций найдите вкладку **Geometry**, а в ней — функцию **\$area**. Она предназначена для подсчета площади полигона в соответствии с заданными в свойствах проекта условными единицами. Учтите, что в нашем случае это квадратные метры. Нам необходимо делить на 1 000 000 полученную цифру, чтобы получить площадь, выраженную в квадратных километрах (рис. 2.165, а).

**Шаг 2.** С помощью калькулятора создайте колонку десятичных чисел под названием **DENS**. В качестве функции для образования значений этой колонки укажите деление числа жителей на площадь (см. рис. 2.165, б).

**Шаг 3.** В параметрах слоя **blocks** измените тип знака с **Single symbol** на **Graduated**. На основе значений колонки **DENS** создайте пять групп значений, обозначенных разными цветами (рис. 2.167).

Скорректируйте интервалы значений: 0–5 000, 5 000–10 000, 10 000–20 000, 20 000–30 000, 30 000–40 000 чел/км<sup>2</sup>.

**Шаг 4.** На основе полученного слоя с данными о плотности населения и базовых слоев, полученных ранее, создайте макет карты с названием, условными обозначениями, масштабной линейкой и указателем на север. Должно получиться примерно так (рис. 2.168).

Рис. 2.165. Создание поля **AREA** в калькуляторе полей



Результат должен выглядеть примерно так (рис. 2.166).

Inhab_f_p	AREA
7241	0,386
4295	0,459
3168	0,180
5472	0,317

Рис. 2.166. Пример подсчета площади полигона

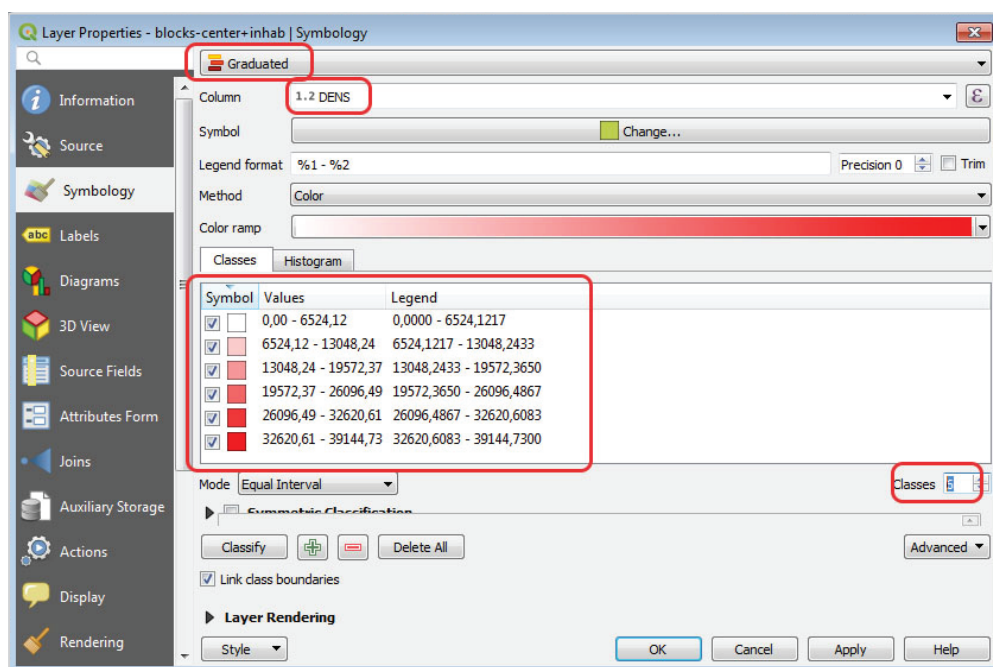


Рис. 2.167. Настройка градуированного знака по полю **DENS**

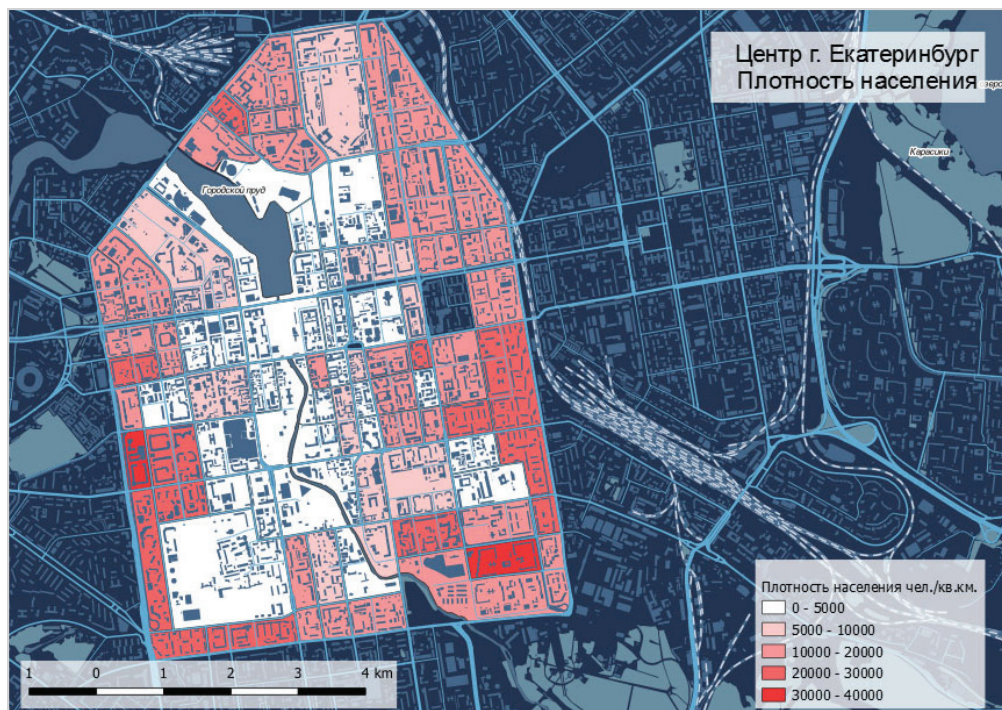


Рис. 2.168. Макет карты, отражающей плотность населения

### Задание 3. Определения числа точек в полигоне

**Шаг 1.** Включите созданный ранее слой точек **SHOPS** и сделайте его дубликат (рис. 2.169, а).

Обратите внимание, что исходный **SHP**-файл у исходного и вновь созданного слоя — один и тот же (рис. 2.169, б). В этой ситуации необходима осторожность при корректировках слоев.

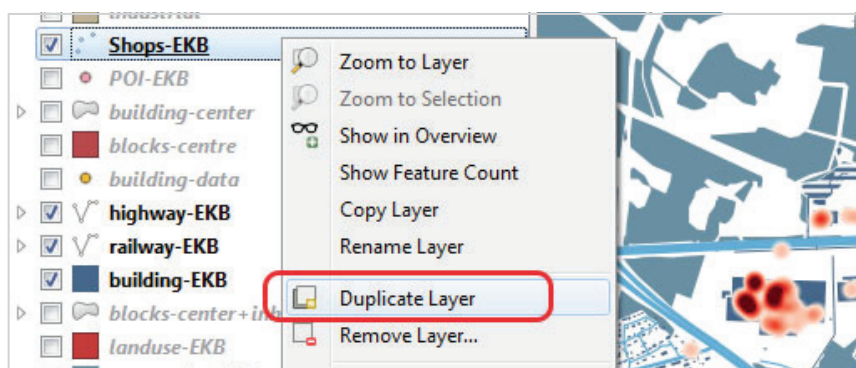
Для копии измените стиль отображения элементов на **Single symbol**.

**Шаг 2.** Включите слой **blocks**. В главном меню найдите вкладку **Vector**, а в ней инструмент **Count points in polygon** (рис. 2.170).

**Шаг 3.** Укажите слой кварталов и магазинов в соответствующих полях инструмента и запустите алгоритм (рис. 2.171).

Программа подсчитала точки и создала временный слой на основе слоя **blocks**. В нем создала новую колонку, в которой указала число точек в каждом полигоне (рис. 2.172).

а



б

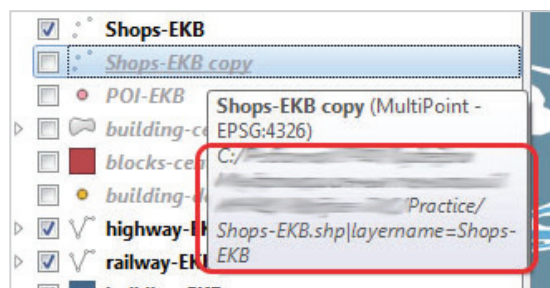


Рис. 2.169. Расположение команды **Duplicate Layer**

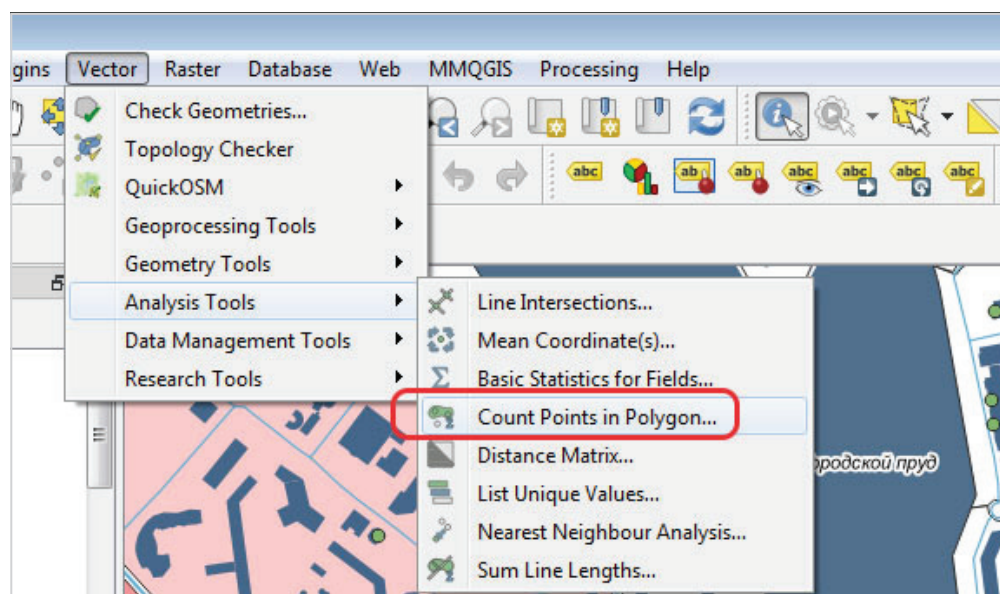
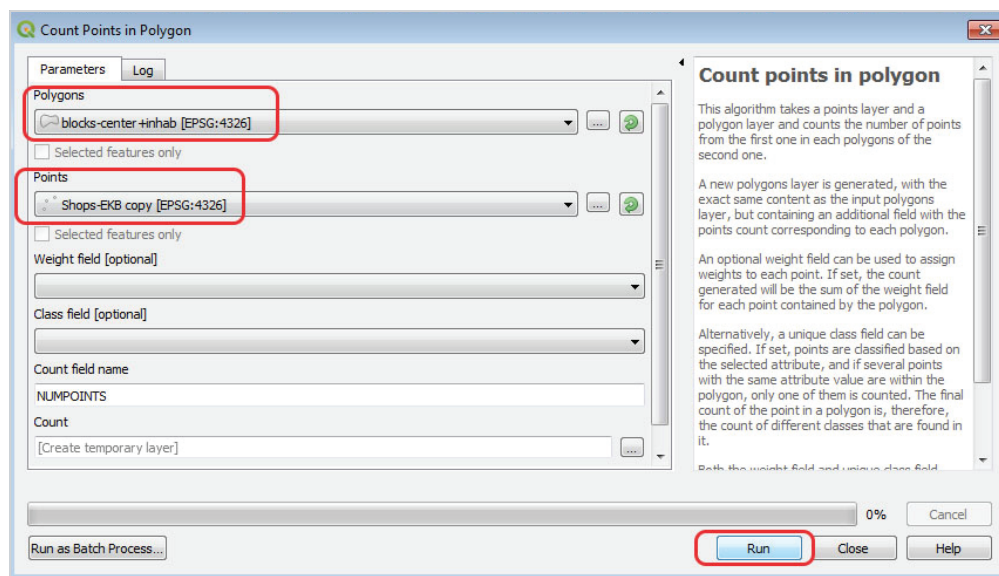


Рис. 2.170. Расположение инструмента **Count points in polygon**

Рис. 2.171. Диалоговое окно **Count points in polygon**

	Inhab_f_p	AREA_1	DENS	NUMPOINTS
00	3168,00000	0,180	17600,000	21
00	4295,00000	0,459	9357,298	36
00	500,00000	0,235	2127,660	19

Рис. 2.172. Результат подсчета точек  
в таблице атрибутов временного слоя

**Шаг 4.** Сохраните полученные данные как постоянный слой, а временный удалите.

**Шаг 5.** Отредактируйте стиль нового слоя так, чтобы получить градуированные значения для разного числа магазинов в квартале (рис. 2.173).

**Шаг 6.** Настройте 50 % прозрачности полигонов нового слоя (рис. 2.174). Разместите слой с точками **SHOPS** выше **BLOCKS**.

**Шаг 7.** Создайте новый макет карты. Разместите на нем название, условные обозначения и масштабную линейку (рис. 2.175).



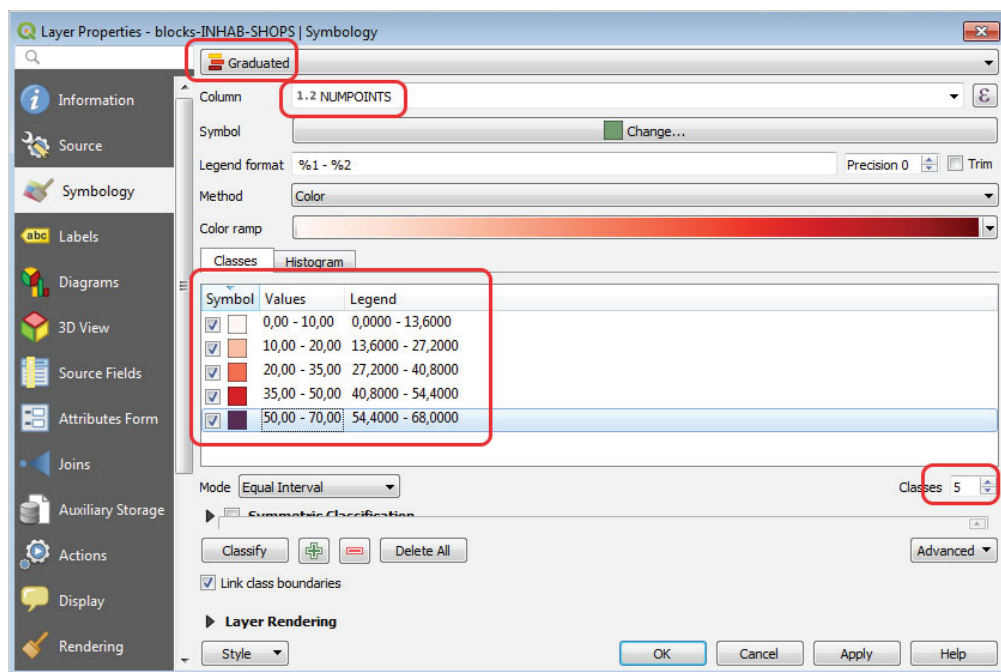


Рис. 2.173. Настройка градуированного знака по полю **NUMPOINTS**

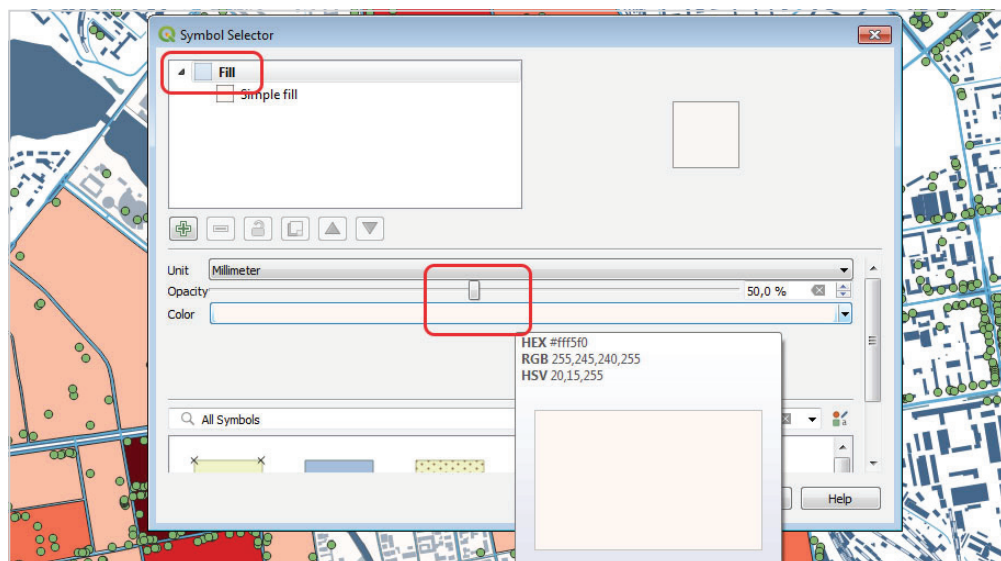


Рис. 2.174. Настройка прозрачности слоя



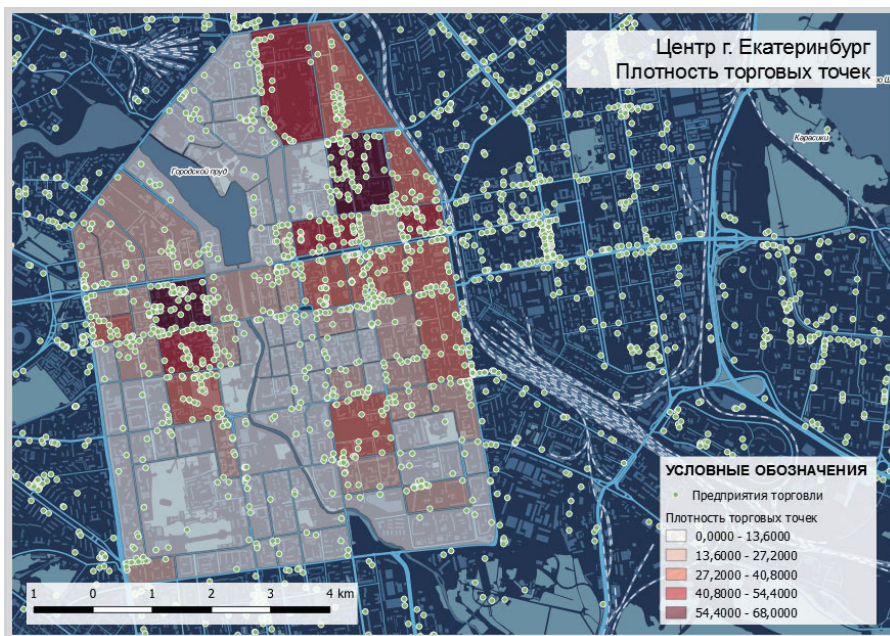


Рис. 2.175. Макет карты, отражающий плотность торговых точек в полигонах кварталов

## Задание 4. Создание буферов пешеходной доступности

**Шаг 1.** На основе слоя POI выберите в центральной части города аптеки. Создайте отдельный слой.

**Шаг 2.** Установите плагин **MMQGIS** (рис. 2.176).

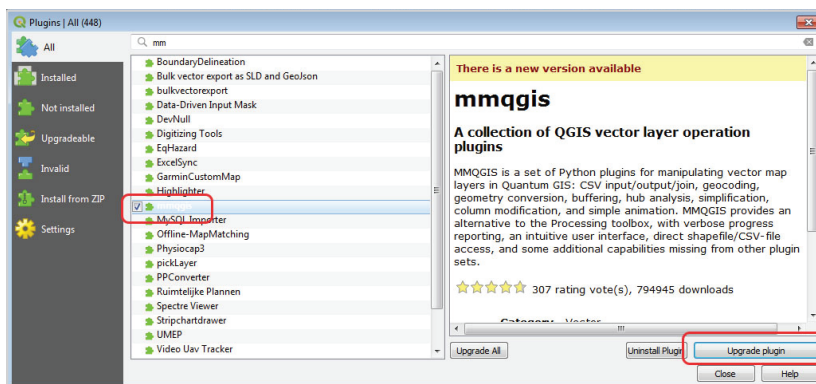


Рис. 2.176. Плагин **MMQGIS**

**Шаг 3.** Найдите в главном меню вкладку плагина и включите инструмент **Create buffers** (рис. 2.177).

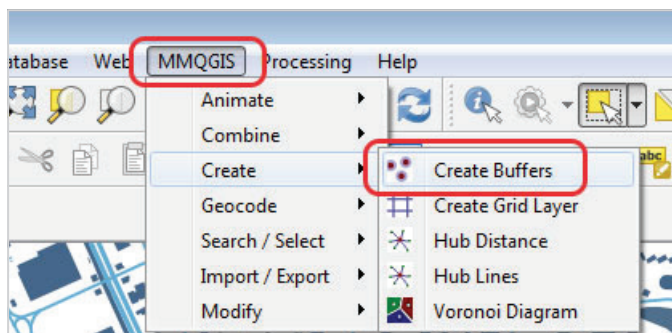


Рис. 2.177. Расположение инструмента **Create buffers**

**Шаг 4.** Обозначьте 300-метровый радиус буфера. Пропишите путь для сохранения геометрии в файл (рис. 2.178).

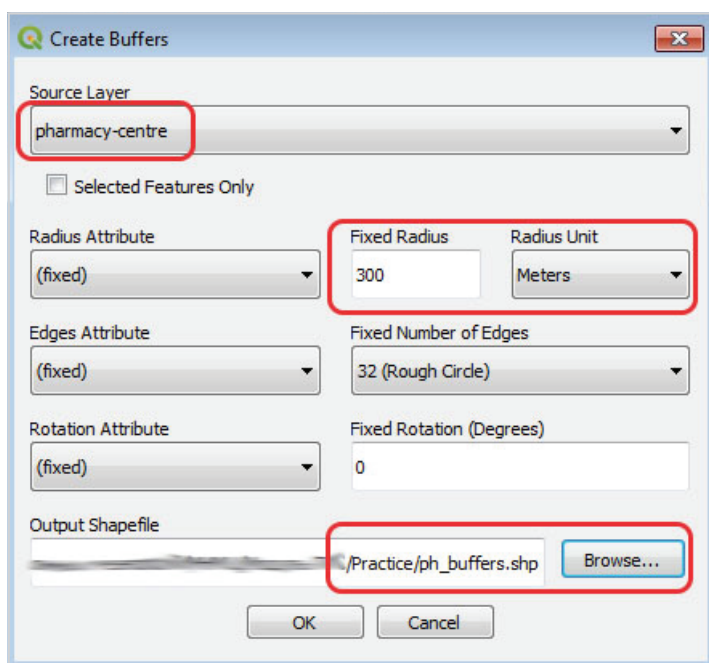


Рис. 2.178. Диалоговое окно **Create buffers**

**Шаг 5.** Установите плагин **Hqgis** (рис. 2.179).

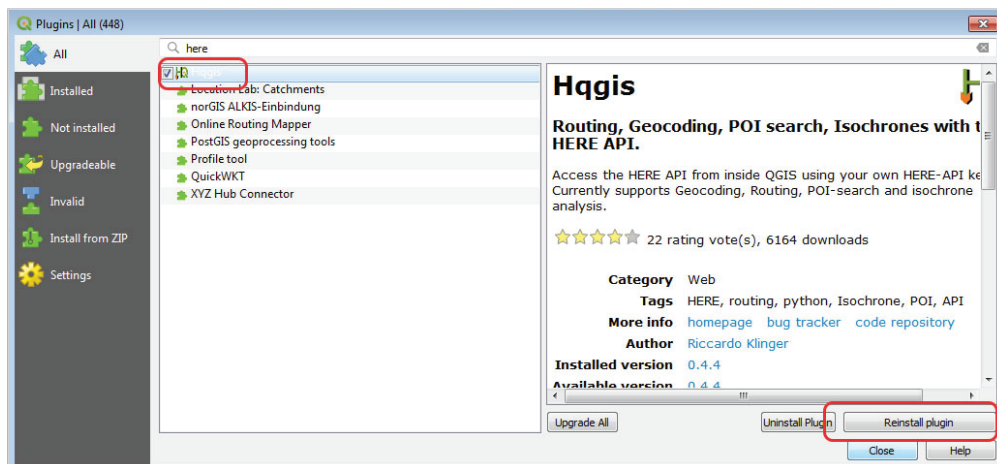



Рис. 2.179. Плагин Hqgis

**Шаг 6.** Найдите на панели инструментов значок плагина **HQGIS** и запустите его .

**Шаг 7.** В настройках инструмента найдите вкладку с персональными данными **Credentials**, скопируйте туда **API KEY**, полученный на сайте, и сохраните данные (рис. 2.180).

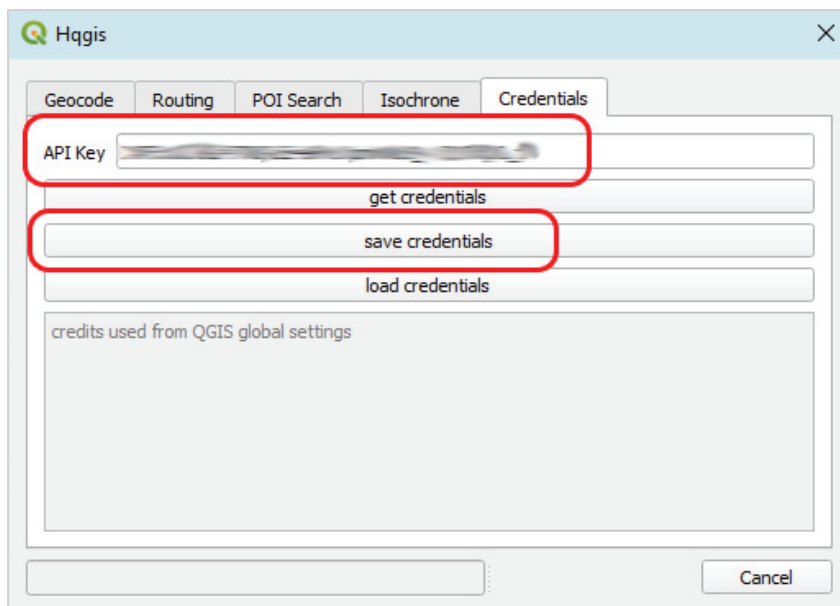


Рис. 2.180. Вкладка **Credentials** плагина Hqgis

**Шаг 8.** Найдите вкладку **Isochrone**. В ней введите расчетные параметры: пешеходное движение, интервал 600, 900, 1200 с. Затем выберите указателем точку на карте, соответствующую одной из выбранных ранее аптек. Нажмите на кнопку **Calculate Isochrones** (рис. 2.181).

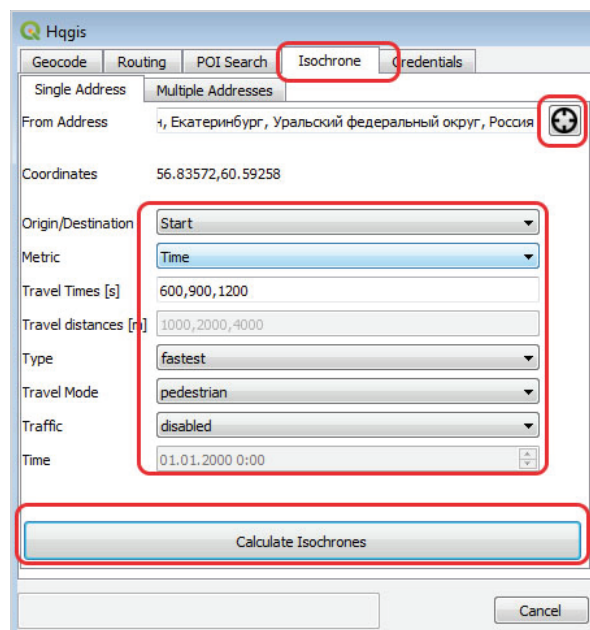


Рис. 2.181. Настройка построения изохрон плагина Hqgis

Примерно таким должен быть результат (рис. 2.182).

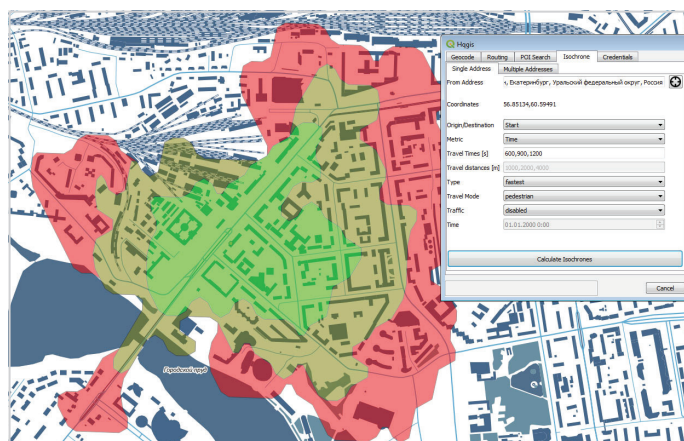


Рис. 2.182. Результат построения изохрон пешеходной доступности



**Шаг 9.** Повторите шаг 7 для двух других точек в слое аптек.

**Шаг 10.** Создайте карту пешеходной доступности аптек (рис. 2.183).

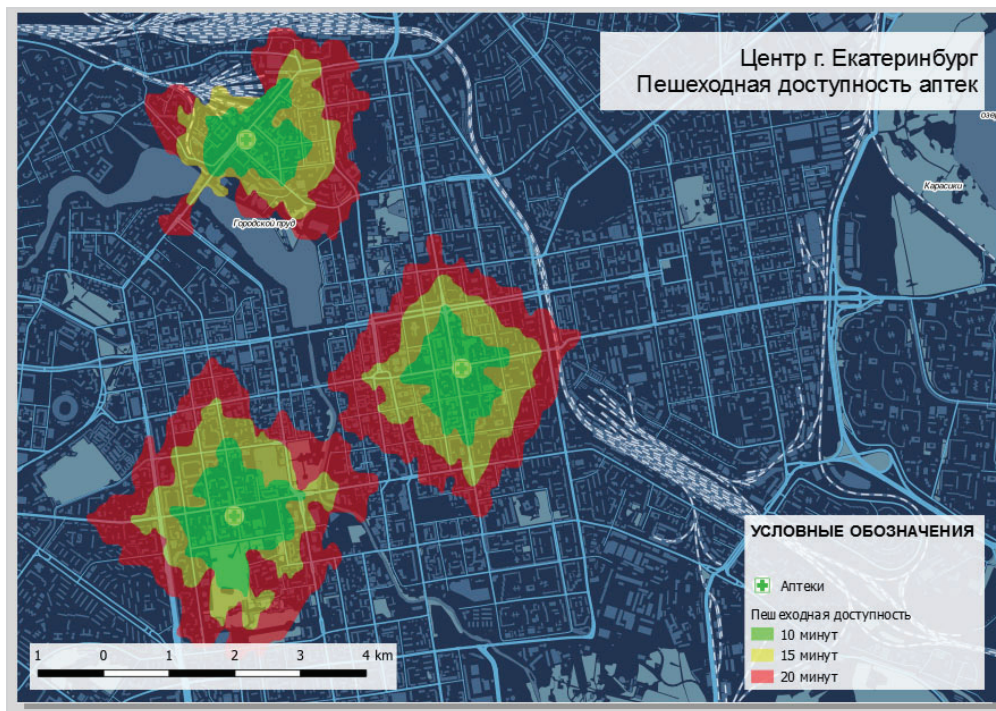


Рис. 2.183. Макет карты, отражающий зоны пешеходной доступности



## **Итоговое практическое задание. Аналитический проект с использованием ГИС**

---

### **Сценарий организации аналитического проекта**

Преподаватель:

- объясняет цель работы, возможные способы разделения цели на задачи;
- выдает исходные файлы для работы, демонстрирует прототипы результатов, обозначает инструменты, необходимые для выполнения работы;
- обозначает критерии оценки результатов;
- организует процесс защиты проектов (3 мин на презентацию, 2 мин на вопросы) и рефлекссию по итогам курса (у каждого участника 1 мин).

Обучающиеся:

- делятся на группы по 2–3 человека;
- распределяют задачи между собой для оптимального достижения цели;
- формируют набор аналитических карт (формат JPG);
- выбирают докладчика и презентуют участникам курса инструменты и результат своей работы.

### **Материалы по темам аналитического проекта**

Всем участникам, вне зависимости от выбранной темы проекта, предоставляется базовый комплект SHP-файлов для г. Екатеринбурга (**blocks-polygon, building-polygon, highway-line, housing-point, POI-point, railway-line, vegetation-polygon, water-line, water-polygon**), а также дополнительные данные в зависимости от выбранной темы проекта.

### **Темы проектов**

**1. Определение жилых зон с нарушением правил пешеходной доступности по объектам образования (школы, детские сады).**

Цель проекта — выявить зоны жилой застройки, жители которых испытывают неудобства при использовании муниципальных учреждений образования.

Базовые задачи проекта:

- самостоятельно получить данные по расположению школ и детских садов с помощью сервиса Overpass turbo;
- проверить на истинность полученные данные на основании иных доступных источников;
- построить буферы пешеходной доступности от полигонов зданий (500 м для школы, 300 м для детского сада) пользуясь инструментами плагина **MMQGIS**;
- графически выделить зоны жилой застройки, выступающие за пределы буферов пешеходной доступности;
- подготовить две аналитические схемы с подписями, масштабной линейкой, условными обозначениями, иллюстрирующие проблемную ситуацию.

Дополнительная задача проекта — разработать дополнительную аналитическую схему для лучшей иллюстрации проблемной ситуации на основании имеющихся данных или доступных сервисов.

Описание правил оценки качества:

- разработанные аналитические схемы хорошо читаются, второстепенные детали не мешают воспринимать основную мысль схемы;
- в ходе реализации проекта выполнены все базовые задачи, все инструменты и алгоритмы сработали без ошибок;
- степень проработки материалов исследования и масштаб аналитических схем рассчитан на оценку ситуации в центре города, в пределах улиц Челюскинцев, Московская, Фурманова, Ткачей, Восточная;
- наилучшее описание проблемной ситуации — то, которое позволяет легко оценить масштаб проблемы количественно или качественно.

## **2. Определение перспективных зон реновации жилой застройки с учетом аварийности зданий и помещений.**

Предоставляемые данные — расположение аварийных жилых зданий в Екатеринбурге (файл формата XLSX);

Цель проекта — выявить зоны жилой застройки, перспективные с точки зрения реновации на ближайшие 5 лет.

Базовые задачи проекта:

- отформатировать полученные данные и геокодировать их с помощью плагина **MMQGIS** или **HQGIS**;

- сделать прогноз о кварталах, подходящих для программы реновации жилой застройки, на основании данных о годах постройки и этажности аварийных жилых зданий;
- графически выделить кварталы перспективной реновации;
- подготовить аналитическую схему с подписями, масштабной линейкой, условными обозначениями, иллюстрирующую перспективы реновации.

Дополнительная задача проекта — разработать дополнительную аналитическую схему для лучшей иллюстрации перспектив реновации на основании имеющихся данных или доступных сервисов.

Описание правил оценки качества:

- разработанные аналитические схемы хорошо читаются, второстепенные детали не мешают воспринимать основную мысль схемы;
- в ходе реализации проекта выполнены все базовые задачи, все инструменты и алгоритмы сработали без ошибок;
- степень проработки материалов исследования и масштаб аналитических схем рассчитан на оценку ситуации в Орджоникидзевском р-не г. Екатеринбурга;
- наилучшее описание проблемной ситуации — то, которое позволяет легко оценить масштаб проблемы количественно или качественно.

### **3. Концентрация объектов культурного наследия.**

Цель проекта — выявить зоны городской застройки, в которых объекты культурного наследия (ОКН) расположены невыгодно с точки зрения функционального зонирования.

Предоставляемые данные — перечень объектов культурного наследия Свердловской области (файл формата DOCX).

Базовые задачи проекта:

- преобразовать данные в формат CSV;
- отформатировать полученные данные и геокодировать их с помощью плагина MMQGIS или HQGIS;
- сформировать слой точечных объектов, отвечающих за товары и услуги, ориентированные на пешеходный транзит (общепит, кофейни, пекарни, бары, разливное пиво, овощи-фрукты, аптеки, ремонт обуви, микрокредиты и т. п.), используя слой POI и запросы через сервис Overpass turbo;

- графически выделить зоны, где ОКН расположены в среде, бедной с точки зрения товаров и услуг для пешеходов;
- подготовить аналитическую схему с подписями, масштабной линейкой, условными обозначениями, иллюстрирующую проблемную ситуацию.

Дополнительная задача проекта — определить дополнительные факторы, отрицательно влияющие на активное включение ОКН в городскую среду, и визуализировать их на схеме.

Описание правил оценки качества:

- разработанные аналитические схемы хорошо читаются, второстепенные детали не мешают воспринимать основную мысль схемы;
- в ходе реализации проекта выполнены все базовые задачи, все инструменты сработали без ошибок;
- степень проработки материалов исследования и масштаб аналитических схем рассчитан на оценку ситуации в центре города, в пределах улиц Челюскинцев, Московская, Фурманова, Ткачей, Восточная;
- наилучшее описание проблемной ситуации — то, которое позволяет легко оценить масштаб проблемы количественно или качественно.

## **ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ**

---

1. б)
2. в)
3. а)
4. в)
5. б)
6. б)
7. а)
8. в)
9. а)
10. б)
11. в)
12. а)
13. в)
14. а)
15. б)
16. б)
17. в)
18. а)
19. в)
20. а)



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

---

1. Ананьев, Ю. С. Геоинформационные системы. Учебное пособие / Ю. С. Ананьев; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2003. — 70 с. — ISBN 5-98298-042-0.
2. Быков, А. В. Web-картографирование. Учебное пособие / А. В. Быков, С. В. Пьянков; Пермский государственный национальный исследовательский университет. — Пермь: Изд-во ПГНИУ, 2015. — 110 с. — ISBN 978-5-7944-2565-9.
3. Бредюк, К. Н. Геомаркетинг: география в маркетинге / К. Н. Бредюк // ArcReview. — 2009. — 4 (51). — URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2009/10/03/> (дата обращения: 10.02.2021).
4. Дубинин, М. Ю. Открытые настольные ГИС: обзор текущей ситуации / М. Ю. Дубинин, Д. А. Рыков // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. — 2009. — 5 (72). — URL: <https://gis-lab.info/qa/os-gis-geoprofile.html> (дата обращения: 10.02.2021).
5. Зотов, Р. В. Геоинформатика. Учебное пособие / Р. В. Зотов; Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия. — Омск: Изд-во СибАДИ, 2013. — 154 с.
6. Карандеев, А. Ю. Географические информационные системы: Практикум. Базовый курс / А. Ю. Карандеев, С. А. Михайлов; Липецкий государственный педагогический университет. — Липецк: Изд-во ЛГПУ, 2014. — 104 с.
7. Кольцов, А. С. Геоинформационные системы. Учебное пособие / А. С. Кольцов, Е. Д. Федорков; Воронежский государственный технический университет. — Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2006. — 203 с.
8. Лайкин, В. И. Геоинформатика. Учебное пособие / В. И. Лайкин, Г. А. Упоров; Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет. — Комсомольск-на-Амуре: Изд-во АмГПГУ, 2010. — 162 с. — ISBN 978-5-85094-398-1.
9. Мухина, К. Д. Городская информатика и геоинформатика. Учебно-методическое пособие / К. Д. Мухина, А. З. Билятдинова, А. С. Кар-

- саков ; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. — СПб. : Изд-во Университет ИТМО, 2018. — 51 с.
10. Росляков, А. В. Интернет вещей. Учебное пособие / А. В. Росляков, С. В. Ваяшин, А. Ю. Гребешков ; Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики. — Самара : ПГУТИ, 2015. — 200 с.
11. Документация QGIS2.14. Руководство пользователя QGIS : [сайт]. — Бирмингем, 2020. — URL: [https://docs.qgis.org/2.14/ru/docs/user\\_manual/index.html](https://docs.qgis.org/2.14/ru/docs/user_manual/index.html) (дата обращения: 10.02.2021).
12. Свидзинская, Д. В. Основы QGIS / Д. В. Свидзинская, А. С. Бруй. — Киев, 2014. — 83 с.
13. Ширинян, Е. А. Работа с геоданными для архитекторов. Учебно-методическое пособие / Е. А. Ширинян ; Московский Архитектурный Институт (Государственная академия). — Москва : Изд-во МАРХИ, 2016. — 31 с.
14. Шокин, Ю. И. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения / Ю. И. Шокин, В. П. Потапов // Вычислительные технологии. — 2015. — Т. 20. — № 5. — С. 175–213.
15. Hall, R. The Vision of a Smart City / R. Hall // 2nd International Life Extension Technology Workshop. — 2000. — P. 1–6.
16. Kling, F. When a City Tells a Story: Urban Topic Analysis / F. Kling, A. Pozdnoukhov // GIS: Proceedings of the ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems. — 2012. — 10 p.
17. Keler, A. Safety-aware routing for motorised tourists based on open data and VGI / A. Keler, J. Mazimpaka // Journal of Location Based Services. — 2016. — 10(1). — P. 64–77.
18. Social Sensing: A New Approach to Understanding Our Socioeconomic Environments / Y. Liu, X. Liu, S. Gao [et al.] // Annals of the Association of American Geographers. — 2015. — 105 (3). P. 512–530.
19. Zhou, X. Crowdsourcing functions of the living city from Twitter and Foursquare data / X. Zhou, L. Zhang // Cartography and Geographic Information Science. — 2016. — 43(5). — P. 393–404.
20. CrimeTelescope: crime hotspot prediction based on urban and social media data fusion / D. Yang, T. Heaney, A. Tonon [et al.] // World Wide Web. — 2018. — 21. — P. 1323–1347.
21. Zhang, N. Smart Data: Where the Big Data Meets the Semantics / N. Zhang, H. Chen // Computational Intelligence and Neuroscience. — 2016. — Article ID 3264587. — 9 p.

*Учебное издание*

**Бурцев Александр Геннадьевич**

## **ОСНОВЫ QGIS ДЛЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЕЙ**

Редактор И. В. Меркурьева

Верстка О. П. Игнатьевой

Подписано в печать 16.11.2021. Формат 70×100/16.  
Бумага офсетная. Цифровая печать. Усл. печ. л. 15,0.  
Уч.-изд. л. 8,8. Тираж 30 экз. Заказ 243.

Издательство Уральского университета  
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ  
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5  
Тел.: +7 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41  
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ  
620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4  
Тел.: +7 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13  
Факс: +7 (343) 358-93-06  
<http://print.urfu.ru>



